

5  
301P 1362 23.2

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-294974

出 願 人

Applicant(s):

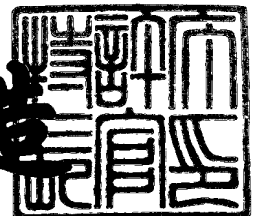
ソニー株式会社



2001年 5月31日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3049298

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000586704

【提出日】 平成12年 9月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/302

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
                                内

    【氏名】 佐藤 修三

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
                                内

    【氏名】 瀬川 雄司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
                                内

    【氏名】 由尾 啓

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
                                内

    【氏名】 野上 毅

【特許出願人】

    【識別番号】 000002185

    【氏名又は名称】 ソニー株式会社

    【代表者】 出井 伸之

【代理人】

    【識別番号】 100094053

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014890

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707389

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 研磨方法および研磨装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、該基板に形成された絶縁膜と、該絶縁膜に形成された配線用溝と、該配線用溝の内部および外部に形成された被研磨膜である配線用層とを有している被研磨対象物の該被研磨膜を研磨する研磨方法であって、

少なくとも上記被研磨面に対して略平行に上記被研磨面上に処理液を流して、該処理液によるせん断応力により、上記配線用溝の外部に形成された被研磨膜を該被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する

研磨方法。

【請求項 2】

上記被研磨膜が銅膜である

請求項 1 に記載の研磨方法。

【請求項 3】

上記被研磨対象物として、上記配線用溝に連通するコンタクトホールが上記絶縁膜に形成されており、上記配線用層がさらに上記コンタクトホールの内部に埋め込んで形成されている被研磨対象物を研磨の対象とする

請求項 1 に記載の研磨方法。

【請求項 4】

上記処理液として少なくともキレート剤を含む処理液を用い、

上記被研磨膜の表層部を上記キレート剤によりキレート化してキレート膜を形成し、

上記処理液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去し、

上記凸部において露出した被研磨膜の表層部に再びキレート膜を形成し、上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去することを繰り返して、上記被研磨膜を平坦化する

請求項 1 に記載の研磨方法。

【請求項 5】

上記処理液としてさらに酸化剤を含む処理液を用い、

上記被研磨膜の表層部を上記酸化剤により酸化して、得られた酸化物を上記キレート剤によりキレート化してキレート膜を形成する

請求項 4 に記載の研磨方法。

【請求項 6】

上記処理液としてさらに界面活性剤を含む処理液を用い、

上記処理液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から研磨除去するときに、該キレートを上記界面活性剤により被覆したミセルとして除去する

請求項 4 に記載の研磨方法。

【請求項 7】

被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物の研磨方法であって、

少なくとも上記被研磨面と該被研磨面に対して対向して配置される陰極部材の間に上記被研磨面に対して略平行に電解液を流しながら、上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として電圧を印加し、該電解液によるせん断応力により上記被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する

研磨方法。

【請求項 8】

上記被研磨膜が銅膜である

請求項 7 に記載の研磨方法。

【請求項 9】

上記被研磨対象物として、基板と、該基板に形成された絶縁膜と、該絶縁膜に形成された配線用溝と、該配線用溝の内部に埋め込んで、かつ、該配線用溝の外部に全面に形成された被研磨膜である配線用層とを有している被研磨対象物を研磨の対象とし、

上記配線用溝の外部に形成された被研磨膜である配線用層を研磨除去し、平坦化する

請求項 7 に記載の研磨方法。

【請求項 10】

上記被研磨対象物として、上記配線用溝に連通するコンタクトホールが上記絶縁膜に形成されており、上記配線用層がさらに上記コンタクトホールの内部に埋め込んで形成されている被研磨対象物を研磨の対象とする

請求項 9 に記載の研磨方法。

【請求項 1 1】

上記電解液としてキレート剤を含む電解液を用い、

上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として電圧を印加することで、上記被研磨膜の表面を陽極酸化し、

上記酸化された被研磨膜の表層部を上記キレート剤によりキレート化してキレート膜を形成し、

上記電解液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去し、

上記凸部において露出した被研磨膜の表層部に再びキレート膜を形成し、上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去することを繰り返して、上記配線用層を平坦化する

請求項 7 に記載の研磨方法。

【請求項 1 2】

上記電解液としてさらに界面活性剤を含む電解液を用い、

上記電解液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から研磨除去するときに、該キレートを上記界面活性剤により被覆したミセルとして除去する

請求項 1 1 に記載の研磨方法。

【請求項 1 3】

被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物の研磨装置であって、

少なくとも上記被研磨面に対して略平行に上記被研磨面上に処理液を流す処理液供給手段を有し、

上記処理液によるせん断応力により、上記配線用溝の外部に形成された被研磨膜を該被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する

研磨装置。

【請求項 1 4】

上記被研磨膜が銅膜である被研磨対象物を研磨する

請求項 1 3 に記載の研磨装置。

【請求項 1 5】

上記処理液供給手段により少なくともキレート剤を含む処理液を供給する

請求項 1 3 に記載の研磨装置。

【請求項 1 6】

上記処理液供給手段によりさらに酸化剤を含む処理液を供給する

請求項 1 5 に記載の研磨装置。

【請求項 1 7】

上記処理液供給手段によりさらに界面活性剤を含む処理液を供給する

請求項 1 5 に記載の研磨装置。

【請求項 1 8】

被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物の研磨装置であって、

上記被研磨面に対して対向して配置される陰極部材と、

上記被研磨面と上記陰極部材の間に少なくとも上記被研磨面に対して略平行に  
上記被研磨面上に電解液を流す電解液供給手段と、

上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として電圧を印加する電源と  
を有し、

上記電解液によるせん断応力により上記被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去  
し、平坦化する

研磨装置。

【請求項 1 9】

上記被研磨膜が銅膜である被研磨対象物を研磨する

請求項 1 8 に記載の研磨装置。

【請求項 2 0】

上記電解液供給手段により少なくともキレート剤を含む電解液を供給する

請求項 1 8 に記載の研磨装置。

【請求項 2 1】

上記電解液供給手段によりさらに界面活性剤を含む電解液を供給する

請求項 2 0 に記載の研磨装置。

【請求項 2 2】

上記電源は、上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として所定の電圧を印加する直流電源である

請求項 2 0 に記載の研磨装置。

【請求項 2 3】

上記電源は、上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として所定の電圧を印加する直流電源である

請求項 2 1 に記載の研磨装置。

【請求項 2 4】

上記直流電源は、所定周期のパルス状の電圧を印加する

請求項 2 2 に記載の研磨装置。

【請求項 2 5】

上記直流電源は、所定周期のパルス状の電圧を印加する

請求項 2 3 に記載の研磨装置。

【請求項 2 6】

上記被研磨面に対向して、上記陰極部材から所定の距離をもって離間させた陽極部材をさらに有し、

上記電解液供給手段により、上記被研磨面と上記陰極部材の間および上記被研磨面と上記陽極部材の間に電解液を供給し、

上記電源により、上記陰極部材および上記陽極部材に電圧を印加する

請求項 2 0 に記載の研磨装置。

【請求項 2 7】

上記被研磨面に対向して、上記陰極部材から所定の距離をもって離間させた陽極部材をさらに有し、

上記電解液供給手段により、上記被研磨面と上記陰極部材の間および上記被研磨面と上記陽極部材の間に電解液を供給し、

上記電源により、上記陰極部材および上記陽極部材に電圧を印加する

請求項 2 1 に記載の研磨装置。



【請求項 2 8】

上記陽極部材は、上記被研磨膜材料よりも貴なる金属からなる  
請求項 2 6 に記載の研磨装置。

【請求項 2 9】

上記陽極部材は、上記被研磨膜材料よりも貴なる金属からなる  
請求項 2 7 に記載の研磨装置。

【請求項 3 0】

上記陰極部材と上記被研磨膜の間に流れる電流値を測定する電流計をさらに有  
する

請求項 2 0 に記載の研磨装置。

【請求項 3 1】

上記陰極部材と上記被研磨膜の間に流れる電流値を測定する電流計をさらに有  
する

請求項 2 1 に記載の研磨装置。

【請求項 3 2】

上記電流計から得られた電流値が一定になるように上記電源が印加する電圧を  
制御する制御部をさらに有する

請求項 3 0 に記載の研磨装置。

【請求項 3 3】

上記電流計から得られた電流値が一定になるように上記電源が印加する電圧を  
制御する制御部をさらに有する

請求項 3 1 に記載の研磨装置。

【請求項 3 4】

上記電流計から得られた電流値により上記被研磨膜に対する研磨処理の進行を  
管理する

請求項 3 0 に記載の研磨装置。

【請求項 3 5】

上記電流計から得られた電流値により上記被研磨膜に対する研磨処理の進行を  
管理する

請求項 3 1 に記載の研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は研磨装置および研磨方法に関し、特に銅配線をもつ半導体装置の製造方法において、銅配線形成に伴う凹凸面を平坦化する研磨装置および研磨方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体装置の高集積化、小型化に伴い、配線の微細化、配線ピッチの縮小化および配線の多層化が進んでおり、半導体装置の製造プロセスにおける多層配線技術の重要性が増大している。

【 0 0 0 3 】

従来、多層配線構造の半導体装置の配線材料として、アルミニウムあるいはその合金で配線を形成し、絶縁膜で被覆した後、タングステンあるいはその合金でその絶縁膜を貫通するコンタクトホールを埋め込み、下層配線との接続を行う方法が多用されてきた。

【 0 0 0 4 】

上記の方法では、配線形成後、被覆する絶縁膜表面に配線による段差が生じるが、配線の微細化に伴い、上層のフォトリソグラフィーにおける焦点深度が十分に合わせられなくなる関係から、上記段差を平坦化する必要が生じ、絶縁膜をCMP（化学機械研磨：Chemical Mechanical Polishing）法により研磨する方法が採用された。

【 0 0 0 5 】

また、絶縁膜に形成した貫通孔を上記タングステンなどの金属で埋め込み、CMP法によって余分な金属膜を除去し、下層配線との接続を行うメタルCMP法が用いられた。

【 0 0 0 6 】

一方、近年の0.25  $\mu$ mルール以下のデザインルールにおいて、信号の伝搬

遅延を抑制するために、配線材料をアルミニウムから銅に代えた配線プロセスの開発が盛んに行われている。銅を配線に使用すると、低抵抗と高エレクトロマイグレーション耐性を両立できるというメリットがある。

【 0 0 0 7 】

この銅を配線に使用するプロセスでは、例えばあらかじめ層間絶縁膜に形成した溝状の配線パターンに金属を埋め込み、CMP法によって余分な金属膜を除去して配線を形成する、ダマシン（damascen）法と呼ばれる配線プロセスが有力となっている。

【 0 0 0 8 】

上記のダマシン法は、配線のエッチングが不要であり、さらに上層の層間絶縁膜も自ずと平坦なものになるので、工程を簡略化できるという利点がある。

さらに、層間絶縁膜に配線用溝だけでなく、コンタクトホールも溝として開け、配線用溝とコンタクトホールを同時に金属で埋め込むデュアルダマシン（dual damascene）法では、さらに大幅な配線工程の削減が可能となる。

【 0 0 0 9 】

ここで、上記のデュアルダマシン法による銅配線形成プロセスの一例について下記の図を参照して、説明する。

まず、図 1 5 （ a ） に示すように、例えば、不図示の不純物拡散領域が適宜形成されているシリコン等の半導体基板 3 0 1 上に、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜 3 0 2 を、例えば減圧 C V D （ Chemical Vapor Deposition ） 法により形成する。

【 0 0 1 0 】

次に、図 1 5 （ b ） に示すように、半導体基板 3 0 1 の不純物拡散領域に通じるコンタクトホール C H、および半導体基板 3 0 1 の不純物拡散領域と電氣的に接続される所定のパターンの配線が形成される溝 M を公知のフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて形成する。

【 0 0 1 1 】

次に、図 1 5 （ c ） に示すように、バリアメタル膜 3 0 5 を層間絶縁膜 3 0 2 の表面、コンタクトホール C H および溝 M 内に形成する。このバリアメタル膜 3

05は、例えば、Ta、Ti、Ta<sub>2</sub>N<sub>3</sub>、TiN等の材料を公知のスパッタリング法により、形成する。バリアメタル膜305は、配線を構成する材料が銅で層間絶縁膜302が酸化シリコンで構成されている場合には、銅は酸化シリコンへの拡散係数が大きく、酸化されやすいため、これを防止するために設けられる。

#### 【0012】

次に、図16(d)に示すように、バリアメタル膜305上に、銅を公知のスパッタリング法により、所定の膜厚で堆積させ、シード膜306を形成する。

#### 【0013】

次に、図16(e)に示すように、コンタクトホールCHおよび溝Mを銅で埋め込むように、銅膜307を形成する。銅膜307は、例えば、メッキ法、CVD法、スパッタリング法等により形成する。

#### 【0014】

次に、図16(f)に示すように、層間絶縁膜302上の余分な銅膜307およびバリアメタル膜305をCMP法によって除去し、平坦化する。

以上の工程により、銅配線308およびコンタクト309とが形成される。

上記したプロセスを配線308上で繰り返し行うことにより、多層配線を形成することができる。

#### 【0015】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のデュアルダマシン法を用いた銅配線形成プロセスでは、余分な銅膜307をCMP法によって除去する工程において、従来のCMP法を用いた平坦化技術では、研磨工具と銅膜との間に所定の圧力をかけ、研磨するため、半導体基板へのダメージが大きく、特に0.13 $\mu$ m世代以降で重要となる、層間絶縁膜に機械的強度の低い低誘電率の有機系絶縁膜などを採用していく場合には、このダメージは、無視できないものとなり、層間絶縁膜へのクラック（亀裂）の発生、半導体基板からの層間絶縁膜あるいは金属膜の剥離などの問題がある。

#### 【0016】

また、層間絶縁膜302と、銅膜307およびバリアメタル膜305との除去

性能が異なることから、配線 3 0 8 にディッシング、エロージョン（シンニング）、リセス等が発生しやすいという問題が存在した。

#### 【 0 0 1 7 】

ディッシングは、図 1 7 に示すように、例えば、 $0.18\ \mu\text{m}$  ルールのデザインルールにおいて、例えば、 $100\ \mu\text{m}$  程度のような幅の広い配線 3 0 8 が存在した場合に、当該配線の中央部が過剰に除去され、へこんでしまう現象であり、このディッシングが発生すると配線 3 0 8 の断面積が不足するため、配線抵抗値不良等の原因となる。このディッシングは、配線材料に比較的軟質の銅やアルミニウムを用いた場合に発生しやすい。

#### 【 0 0 1 8 】

エロージョンは、図 1 8 に示すように、例えば、 $3000\ \mu\text{m}$  の範囲に  $1.0\ \mu\text{m}$  の幅の配線が 5 0 パーセントの密度で形成されているようなパターン密度の高い部分が過剰に除去されてしまう現象であり、エロージョンが発生すると、配線の断面積が不足するため、配線抵抗値不良等の原因となる。

#### 【 0 0 1 9 】

リセスは、図 1 9 に示すように、層間絶縁膜 3 0 2 と配線 3 0 8 との境界で配線 3 0 8 が低くなり段差ができてしまう現象であり、この場合にも配線の断面積が不足するため、配線抵抗値の不良等の原因となる。

#### 【 0 0 2 0 】

一方、余分な銅膜 3 0 7 を CMP 法によって、平坦化および除去する工程では、銅膜を効率的に除去する必要があるため、単位時間当たりの除去量である研磨レートは、例えば、 $500\ \text{nm}/\text{分}$  以上となるように要求されている。

この研磨レートを稼ぐためには、ウェーハに対する加工圧力を大きくする必要があり、加工圧力を大きくすると、図 2 0 に示すように、配線表面にスクラッチ SC やケミカルダメージ CD が発生しやすくなり、特に、軟質の銅では発生しやすい。このため、配線のオープン、ショート、配線抵抗値不良等の不具合の原因となり、また、加工圧力を大きくすると、上記のスクラッチ、層間絶縁膜の剥離、ディッシング、エロージョンおよびリセスの発生量も大きくなるという不利益が存在した。

## 【 0 0 2 1 】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、従って、本発明は、半導体装置における銅配線などを形成するために銅膜などの被研磨膜を研磨によって平坦化する際に、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら、被研磨膜の表面に形成された凹凸を容易に平坦化でき、被研磨膜を効率よく平坦に研磨できる研磨方法および研磨装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 2 2 】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の研磨方法は、基板と、該基板に形成された絶縁膜と、該絶縁膜に形成された配線用溝と、該配線用溝の内部および外部に形成された被研磨膜である配線用層とを有している被研磨対象物の該被研磨膜を研磨する研磨方法であって、少なくとも上記被研磨面に対して略平行に上記被研磨面上に処理液を流して、該処理液によるせん断応力により、上記配線用溝の外部に形成された被研磨膜を該被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。

## 【 0 0 2 3 】

上記の本発明の研磨方法は、基板と、該基板に形成された絶縁膜と、該絶縁膜に形成された配線用溝と、該配線用溝の内部および外部に形成された被研磨膜である配線用層とを有している被研磨対象物の該被研磨膜を研磨するときに、少なくとも被研磨面に対して略平行に被研磨面上に処理液を流して、該処理液によるせん断応力により、配線用溝の外部に形成された被研磨膜を該被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。

## 【 0 0 2 4 】

上記の本発明の研磨方法によれば、半導体装置における銅配線を形成するために銅膜などの被研磨膜を研磨によって平坦化する際に、被研磨面に対して略平行に被研磨面上に処理液が流される。

処理液が被研磨面に対して略平行に被研磨面上に流されると、被研磨面に凹凸があった場合、大きな運動エネルギーを持つ処理液が凸部側面を直撃するが、凹部においては流れが滞留して処理液の運動エネルギーは小さく、かつ接液して作

用する処理液の量自体が少ない。このため、凹部に比べて凸部の処理作用が速く進行するように、処理液によるせん断応力が作用し、初期凹凸を容易に平坦化できる。

さらに、上記のような処理液の作用により、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。

また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

【 0 0 2 5 】

上記の本発明の研磨方法は、好適には、上記被研磨膜が銅膜である。

従来ダマシンプロセスなどにおいてCMP法により加工されていた銅膜の研磨方法として好ましく適用可能である。

【 0 0 2 6 】

上記の本発明の研磨方法は、好適には、上記被研磨対象物として、上記配線用溝に連通するコンタクトホールが上記絶縁膜に形成されており、上記配線用層がさらに上記コンタクトホールの内部に埋め込んで形成されている被研磨対象物を研磨の対象とする。

配線用溝に連通するコンタクトホール内に配線と同時にコンタクトプラグを形成するデュアルダマシンプロセスにおいて、CMP法により加工されていた銅膜などの被研磨膜の研磨方法として好ましく適用可能である。

【 0 0 2 7 】

上記の本発明の研磨方法は、好適には、上記処理液として少なくともキレート剤を含む処理液を用い、上記被研磨膜の表層部を上記キレート剤によりキレート化してキレート膜を形成し、上記処理液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去し、上記凸部において露出した被研磨膜の表層部に再びキレート膜を形成し、上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去することを繰り返して、上記被研磨膜を平坦化する。

これにより、被研磨膜の表層部が、処理液として供給されるキレート剤と反応してキレート化し、容易に除去可能な機械的強度の低いキレート膜が形成される。このキレート膜が形成された被研磨面上に処理液が被研磨面に対して略平行に

流されると、被研磨面に凹凸があった場合、大きな運動エネルギーを持つ処理液が凸部側面を直撃することで凸部のキレート膜から容易に優先的に研磨除去される。表層のキレート膜が除去された凸部には新たな被研磨面が露出し、さらに露出した被研磨面がキレート化され、キレート膜に処理液が衝突して凸部から優先的に除去されることを繰り返して、被研磨膜の平坦化が可能である。

## 【 0 0 2 8 】

上記の本発明の研磨方法は、さらに好適には、上記処理液としてさらに酸化剤を含む処理液を用い、上記被研磨膜の表層部を上記酸化剤により酸化して、得られた酸化物を上記キレート剤によりキレート化してキレート膜を形成する。

これにより、被研磨膜の表層部が酸化剤と反応して酸化され、この酸化された被研磨膜の表層部がキレート剤と反応してキレート化することができる。

## 【 0 0 2 9 】

上記の本発明の研磨方法は、さらに好適には、上記処理液としてさらに界面活性剤を含む処理液を用い、上記処理液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から研磨除去するときに、該キレートを上記界面活性剤により被覆したミセルとして除去する。

処理液に界面活性剤が添加されると、上記被研磨面の表面に形成されたキレート膜が界面活性剤によりミセル化される。このミセルは、下層の被研磨膜になんら結合力をもって拘束されているわけではなく、ただ自重によりその場に沈降沈殿しているだけであるので、被研磨面に対して略平行に流される処理液によりさらに容易に除去可能である。

## 【 0 0 3 0 】

また、上記の目的を達成するため、本発明の研磨方法は、被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物の研磨方法であって、少なくとも上記被研磨面と該被研磨面に対して対向して配置される陰極部材の間に上記被研磨面に対して略平行に電解液を流しながら、上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として電圧を印加し、該電解液によるせん断応力により上記被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。

## 【 0 0 3 1 】



上記の本発明の研磨方法は、被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物を研磨するときに、少なくとも被研磨面と該被研磨面に対して対向して配置される陰極部材の間に被研磨面に対して略平行に電解液を流しながら、陰極部材を陰極とし被研磨膜を陽極として電圧を印加し、該電解液によるせん断応力により被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。

#### 【 0 0 3 2 】

上記の本発明の研磨方法によれば、被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物を研磨する際に、被研磨面に対して対向して陰極部材を配置し、被研磨面と陰極部材の間に、被研磨面に対して略平行に被研磨面上に電解液が流される。

陰極部材を陰極とし被研磨膜を陽極として電圧を印加されると、被研磨膜の表面が電解溶出する。あるいは、電解液中にキレート剤が含まれている場合、上記電圧の印加により被研磨膜の表面が陽極酸化し、上記キレート剤によりキレート化する。このとき、電解液が被研磨面に対して略平行に被研磨面上に流されるので、電解液によるせん断応力が作用し、電解溶出の促進あるいはキレート膜の除去などにより、初期凹凸を容易に平坦化でき、さらに、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。

また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

#### 【 0 0 3 3 】

上記の本発明の研磨方法は、好適には、上記被研磨膜が銅膜である。

従来ダマシンプロセスなどにおいてCMP法により加工されていた銅膜の研磨方法として好ましく適用可能である。

#### 【 0 0 3 4 】

上記の本発明の研磨方法は、好適には、上記被研磨対象物として、基板と、該基板に形成された絶縁膜と、該絶縁膜に形成された配線用溝と、該配線用溝の内部に埋め込んで、かつ、該配線用溝の外部に全面に形成された被研磨膜である配線用層とを有している被研磨対象物を研磨の対象とし、上記配線用溝の外部に形成された被研磨膜である配線用層を研磨除去し、平坦化する。

さらに好適には、上記被研磨対象物として、上記配線用溝に連通するコン

タクトホールが上記絶縁膜に形成されており、上記配線用層がさらに上記コンタクトホールの内部に埋め込んで形成されている被研磨対象物を研磨の対象とする。

配線用溝に配線を埋め込んで形成するダマシンプロセス、あるいは、配線用溝に連通するコンタクトホール内に配線と同時にコンタクトプラグを形成するデュアルダマシンプロセスにおいて、CMP法により加工されていた銅膜などの被研磨膜の研磨方法として好ましく適用可能である。

#### 【 0 0 3 5 】

上記の本発明の研磨方法は、好適には、上記電解液としてキレート剤を含む電解液を用い、上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として電圧を印加することで、上記被研磨膜の表面を陽極酸化し、上記酸化された被研磨膜の表層部を上記キレート剤によりキレート化してキレート膜を形成し、上記電解液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去し、上記凸部において露出した被研磨膜の表層部に再びキレート膜を形成し、上記キレート膜の凸部から優先的に研磨除去することを繰り返して、上記配線用層を平坦化する。

これにより、被研磨膜の陽極酸化した表層部が電解液として供給されるキレート剤と反応してキレート化し、容易に除去可能な機械的強度の低いキレート膜が形成される。このキレート膜が形成された被研磨面上に電解液が被研磨面に対して略平行に流されると、被研磨面に凹凸があった場合、大きな運動エネルギーを持つ電解液が凸部側面を直撃することで凸部のキレート膜から容易に優先的に研磨除去される。表層のキレート膜が除去された凸部には新たな被研磨面が露出する。

このとき、キレート膜の電気抵抗値が銅などの被研磨膜よりもはるかに高いため、除去されずに残る凹部などのキレート膜に覆われた被研磨膜は通電による陽極酸化が妨げられ、陽極酸化によるキレート膜の生成は、専らキレート膜の除去により露出した被研磨面の凸部において行われる。

また、上記の陽極酸化において、陰極部材と被研磨膜の距離が短い方が電流密度が大きくなることから、キレート膜が除去され露出した被研磨面の中でも、より突出した部分の方が電流密度が大きくなり、陽極酸化速度が大きくなってキレ

ート化が促進される。

このようなキレート膜の形成とキレート膜への電解液の衝突による凸部からの優先的な除去を繰り返して、被研磨膜の平坦化が可能となっている。

【 0 0 3 6 】

上記の本発明の研磨方法は、さらに好適には、上記電解液としてさらに界面活性剤を含む電解液を用い、上記電解液によるせん断応力により上記キレート膜の凸部から研磨除去するときに、該キレートを上記界面活性剤により被覆したミセルとして除去する。

処理液に界面活性剤が添加されると、上記被研磨面の表面に形成されたキレート膜が界面活性剤によりミセル化され、被研磨面に対して略平行に流される処理液によりさらに容易に除去可能となる。

【 0 0 3 7 】

また、上記の目的を達成するため、本発明の研磨装置は、被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物の研磨装置であって、少なくとも上記被研磨面に対して略平行に上記被研磨面上に処理液を流す処理液供給手段を有し、上記処理液によるせん断応力により、上記配線用溝の外部に形成された被研磨膜を該被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。

【 0 0 3 8 】

上記の本発明の研磨装置によれば、半導体装置における銅配線を形成するために銅膜などの被研磨膜を研磨によって平坦化する際に、被研磨面に対して略平行に被研磨面上に処理液を流す。被研磨面に凹凸があった場合、大きな運動エネルギーを持つ処理液が凸部側面を直撃するが、凹部においては流れが滞留して処理液の運動エネルギーは小さく、かつ接液して作用する処理液の量自体が少ない。このため、凹部に比べて凸部の処理作用が速く進行するように、処理液によるせん断応力が作用し、被研磨面の初期凹凸を容易に平坦化できる。

さらに、上記のような処理液の作用により、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。

また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

【 0 0 3 9 】

上記の本発明の研磨装置は、好適には、上記被研磨膜が銅膜である被研磨対象物を研磨する。

従来ダマシンプロセスなどにおいてCMP法により加工されていた銅膜の研磨方法として好ましく適用可能である。

【 0 0 4 0 】

上記の本発明の研磨装置は、好適には、上記処理液供給手段により少なくともキレート剤を含む処理液を供給する。

さらに好適には、上記処理液供給手段によりさらに酸化剤を含む処理液を供給する。

あるいは、さらに好適には、上記処理液供給手段によりさらに界面活性剤を含む処理液を供給する。

これにより、酸化剤などにより酸化された被研磨膜の表層部が、処理液として供給されるキレート剤と反応してキレート化し、容易に除去可能な機械的強度の低いキレート膜が形成されて、被研磨面に対して略平行に流される処理液により容易に除去可能となり、被研磨膜の平坦化が可能である。

処理液に界面活性剤が添加されると、上記被研磨面の表面に形成されたキレート膜が界面活性剤によりミセル化され、このミセルは、下層の被研磨膜になんら結合力をもって拘束されているわけではなく、ただ自重によりその場に沈降沈殿しているだけであるので、被研磨面に対して略平行に流される処理液によりさらに容易に除去可能となる。

【 0 0 4 1 】

また、上記の目的を達成するため、本発明の研磨装置は、被研磨面に被研磨膜を有する被研磨対象物の研磨装置であって、上記被研磨面に対して対向して配置される陰極部材と、上記被研磨面と上記陰極部材の間に少なくとも上記被研磨面に対して略平行に上記被研磨面上に電解液を流す電解液供給手段と、上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として電圧を印加する電源とを有し、上記電解液によるせん断応力により上記被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。

## 【 0 0 4 2 】

上記の本発明の研磨装置によれば、陰極部材を陰極とし被研磨膜を陽極として電圧を印加して、被研磨膜の表面を電解溶出させる。あるいは、電解液中にキレート剤が含まれている場合、上記電圧の印加により被研磨膜の表面を陽極酸化させ、上記キレート剤によりキレート化する。このとき、電解液が被研磨面に対して略平行に被研磨面上に流されるので、電解液によるせん断応力が作用し、電解溶出の促進あるいはキレート膜の除去などにより、初期凹凸を容易に平坦化でき、さらに、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。

また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

## 【 0 0 4 3 】

上記の本発明の研磨装置は、好適には、上記被研磨膜が銅膜である被研磨対象物を研磨する。

従来ダマシンプロセスなどにおいてCMP法により加工されていた銅膜の研磨方法として好ましく適用可能である。

## 【 0 0 4 4 】

上記の本発明の研磨装置は、好適には、上記電解液供給手段により少なくともキレート剤を含む電解液を供給する。

さらに好適には、上記電解液供給手段によりさらに界面活性剤を含む電解液を供給する。

これにより、被研磨膜の陽極酸化した表層部が電解液として供給されるキレート剤と反応してキレート化し、容易に除去可能な機械的強度の低いキレート膜が形成され、被研磨面に対して略平行に流される電解液により凸部のキレート膜から容易に優先的に研磨除去される。表層のキレート膜が除去された凸部には新たな被研磨面が露出する。

このとき、キレート膜の電気抵抗値が銅などの被研磨膜よりもはるかに高いため、除去されずに残る凹部などのキレート膜に覆われた被研磨膜は通電による陽極酸化が妨げられ、陽極酸化によるキレート膜の生成は、専らキレート膜の除去により露出した被研磨面の凸部において行われる。

また、上記の陽極酸化において、陰極部材と被研磨膜の距離が短い方が電流密度が大きくなることから、キレート膜が除去され露出した被研磨面の中でも、より突出した部分の方が電流密度が大きくなり、陽極酸化速度が大きくなってキレート化が促進される。

このようなキレート膜の形成とキレート膜への電解液の衝突による凸部からの優先的な除去を繰り返して、被研磨膜の平坦化が可能となっている。

また、界面活性剤が添加されている場合には、上記被研磨面の表面に形成されたキレート膜が界面活性剤によりミセル化され、被研磨面に対して略平行に流される処理液によりさらに容易に除去可能となる。

【 0 0 4 5 】

上記の本発明の研磨装置は、好適には、上記電源は、上記陰極部材を陰極とし上記被研磨膜を陽極として所定の電圧を印加する直流電源である。

さらに好適には、上記直流電源は、所定周期のパルス状の電圧を印加する。

例えば、パルス幅を非常に短くすることで、1パルス当たりの陽極酸化によるキレート膜生成量を非常に小さくして、表面の凹凸に接触した場合など電極間距離の急変による放電、気泡やパーティクルなどが介在した場合に起こる電気抵抗の急変によるスパーク放電など、銅膜の突発的かつ巨大な陽極酸化を防止し、できるだけ小さなものの連続にするために有効なものとなる。

【 0 0 4 6 】

上記の本発明の研磨装置は、好適には、上記被研磨面に対向して、上記陰極部材から所定の距離をもって離間させた陽極部材をさらに有し、上記電解液供給手段により、上記被研磨面と上記陰極部材の間および上記被研磨面と上記陽極部材の間に電解液を供給し、上記電源により、上記陰極部材および上記陽極部材に電圧を印加する。

さらに好適には、上記陽極部材は、上記被研磨膜材料よりも貴なる金属からなる。

これにより、陽極部材の電解液への溶出などを防止し、銅膜を積極的に陽極酸化させることができる。なお、本来、陰極は溶出しないため、貴卑を考慮する必要はない。

【 0 0 4 7 】

上記の本発明の研磨装置は、好適には、上記陰極部材と上記被研磨膜の間に流れる電流値を測定する電流計をさらに有する。

さらに好適には、上記電流計から得られた電流値が一定になるように上記電源が印加する電圧を制御する制御部をさらに有する。

電流値を一定に制御することにより、電流密度は常に一定となり、陽極酸化によるキレート膜生成量も一定に制御することができる。

また、電解電流をモニタすることで、研磨プロセスの管理を行うことができ、研磨プロセスの進行状態を正確に把握することが可能となる。

【 0 0 4 8 】

上記の本発明の研磨装置は、さらに好適には、上記電流計から得られた電流値により上記被研磨膜に対する研磨処理の進行を管理する。

例えば、生成するキレート膜の電気抵抗が銅膜に比して大きいキレート剤を使用することにより、陰極部材と銅膜の間に流れる電流は、銅膜の凸部が平坦化される前は、凸部のキレート膜が除去されると、銅が露出するため電流値は増加し、露出した銅に再びキレート膜が形成されると電流値は低下するという状態が繰り返される。

一方、銅膜が平坦化すると、当該銅膜上のキレート膜の全面除去により、銅膜全面が露出することから、電流値は一度最大値をとり、その後、除去毎に、電流値が最大値を示す。

ここで、配線用溝外部におけるバリアメタル膜上の銅膜が全て除去され、バリアメタル膜が露出すると、通常バリアメタル膜の抵抗が銅に比べて大きいために、キレート膜除去後の電流値が最大値から低下し始めることから、低下し始めた時点で電圧の印加を停止することで、その後の陽極酸化によるキレート膜の形成を停止することができ、研磨の進行を管理することができる。

【 0 0 4 9 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の研磨装置および研磨方法を半導体装置の製造方法に適用した実施の形態について、図面を参照して説明する。

## 【 0 0 5 0 】

第 1 実施形態

本実施形態は、半導体装置の製造工程においてデュアルダマシン法による銅配線を形成する工程に本発明の研磨方法を適用した形態である。

## 【 0 0 5 1 】

まず、図 1 ( a ) に示すように、例えば不図示の不純物拡散領域が適宜形成されている、例えばシリコン等の半導体基板 1 0 1 上に、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜 1 0 2 を、例えば反応源として T E O S ( tetraethylorthosilicate ) を用いて減圧 C V D ( Chemical Vapor Deposition ) 法により形成する。

## 【 0 0 5 2 】

次に、図 1 ( b ) に示すように、半導体基板 1 0 1 の不純物拡散領域に通じるコンタクトホール C H および配線用溝 M を、例えば公知のフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて形成する。なお、配線用溝 M の深さは、例えば、8 0 0 n m 程度である。

## 【 0 0 5 3 】

次に、図 1 ( c ) に示すように、バリアメタル膜 1 0 3 を層間絶縁膜 1 0 2 の表面、コンタクトホール C H および配線用溝 M 内に形成する。このバリアメタル膜 1 0 3 は、例えば、T a 、T i 、W 、C o 、T a N 、T i N 、W N 、C o W もしくは C o W P 等の材料をスパッタリング装置、真空蒸着装置等をもちいた P V D ( Physical Vapor Deposition ) 法により、例えば 2 5 n m 程度の膜厚で形成する。

バリアメタル膜 1 0 3 は、配線を構成する材料が層間絶縁膜 1 0 2 中に拡散するのを防止するため、および、層間絶縁膜 1 0 2 との密着性を上げるために設けられる。特に、本実施形態のように、配線材料が銅で層間絶縁膜 1 0 2 が酸化シリコンのような場合には、銅は酸化シリコンへの拡散係数が大きく酸化されやすいため、これを防止する必要がある。

## 【 0 0 5 4 】

次に、図 2 ( d ) に示すように、バリアメタル膜 1 0 3 上に、配線形成材料と同じ材料の銅からなるシード膜 1 0 4 を公知のスパッタリング法により、例えば



1 5 0 n m 程度の膜厚で形成する。シード膜 1 0 4 は、銅を配線用溝 M およびコンタクトホール C H 内に埋め込んだ際に、銅グレインの成長を促すために形成する。

#### 【 0 0 5 5 】

次に、図 2 ( e ) に示すように、コンタクトホール C H および配線用溝 M を埋め込むように、バリアメタル膜 1 0 3 上に銅からなる配線用層 1 0 5 を、例えば 1 6 0 0 n m 程度の膜厚で形成する。配線用層 1 0 5 は、好ましくは、電解メッキ法または無電解メッキ法によって形成するが、C V D 法、スパッタリング法などによって形成してもよい。なお、シード膜 1 0 4 は配線用層 1 0 5 と一体化する。

配線用層 1 0 5 の表面には、コンタクトホール C H および配線用溝 M の埋め込みによって生じた、例えば、8 0 0 n m 程度の高さの凹凸が形成されている。

#### 【 0 0 5 6 】

以上のプロセスは、従来と同様のプロセスで行われるが、本発明の研磨方法では、層間絶縁膜 1 0 2 上に存在する余分な配線用層 1 0 5 の除去を化学機械研磨でなく、電解作用を用いた電解複合研磨によって行う。具体的には、電解作用により銅膜を陽極酸化し、表面にキレート膜を形成する。

#### 【 0 0 5 7 】

キレート膜の形成方法は、図 3 ( f ) に示すように、陰極部材 E を銅膜 1 0 5 に平行に配置し、銅をキレート化するキレート剤を含む電解液 E L を陰極部材 E と銅膜 1 0 5 との間に介在させる。電解液 E L は、上記のキレート剤の他、例えば陰極部材 E を銅膜 1 0 5 の間に印加される電圧を低下させるための硫酸銅などの電解質を含んでいる。

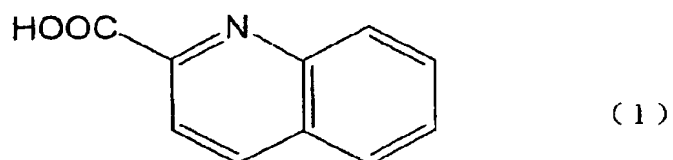
なお、図 4 以降は、陰極部材 E および電解液 E L の図中への記載を省略してある。

ここで、キレート剤としては、例えば、化学構造式 ( 1 ) のキナルジン酸、化学構造式 ( 2 ) のグリシン、化学構造式 ( 3 ) のクエン酸、化学構造式 ( 4 ) のシュウ酸、化学構造式 ( 5 ) のプロピオン酸、化学構造式 ( 6 ) のマントラニル酸、化学構造式 ( 7 ) のフェニルアラニンなどを用いる。

次に、陰極部材Eを陰極として、銅膜105およびバリアメタル膜103を陽極として、電圧を印加する。

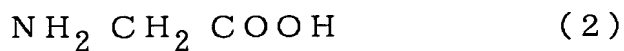
【0058】

【化1】



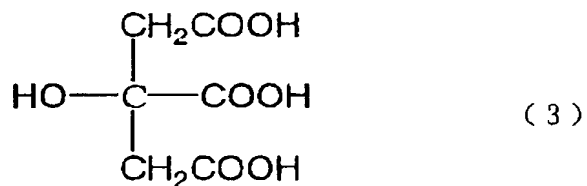
【0059】

【化2】



【0060】

【化3】



【0061】

【化4】



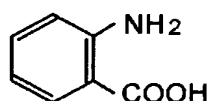
【0062】

【化5】



【0063】

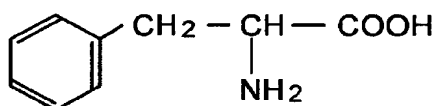
【化 6】



(6)

【0 0 6 4】

【化 7】



(7)

【0 0 6 5】

陽極である銅膜 1 0 5 は、陽極酸化されることにより、C u O を形成する。ここで、銅膜 1 0 5 表面の凸部と陰極部材 E との距離 d 1 は、銅膜 1 0 5 表面の凹部と陰極部材 E との距離 d 2 に比して、短いことから、陰極部材 E と銅膜 1 0 5 の電位差が一定の場合には、凸部における電流密度の方が凹部に比して大きくなるため、陽極酸化が促進される。

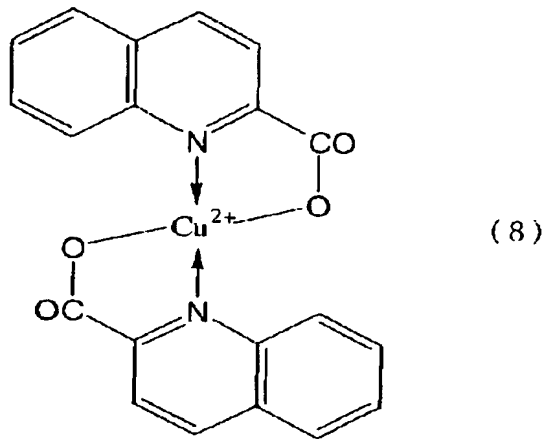
【0 0 6 6】

図 3 ( g ) に示すように、陽極酸化された銅膜 ( C u O ) 1 0 5 の表面は、電解溶液中のキレート剤により、キレート化される。キレート剤にキナルジン酸を用いた場合には、化学構造式 ( 8 ) のキレート化合物からなる膜となり、グリシンを用いた場合には、化学構造式 ( 9 ) のキレート化合物からなる膜となる。これらのキレート膜 1 0 6 は、電気抵抗が銅に比して高く、機械的強度は非常に小さい。従って、銅膜 1 0 5 の表面にキレート膜 1 0 6 が形成された後は、銅膜 1 0 5 から電解液 E L を通じて陰極部材 E へ流れる電流値は低下する。陽極酸化さ

れない前は、銅のキレート化は抑制された状態にある。

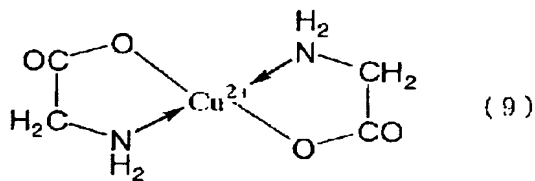
【 0 0 6 7 】

【化 8】



【 0 0 6 8 】

【化 9】



【 0 0 6 9 】

次に、図 4 (h) に示すように、銅膜 1 0 5 の表面に形成されたキレート膜 1 0 6 の凸部を、電解液の噴流 F によって選択的に除去する。

当該キレート膜 1 0 6 の機械的強度は非常に小さいため、このキレート膜 1 0 6 が形成された銅膜 1 0 5 上に電解液の噴流 F が銅膜 1 0 5 に対して略平行に流されると、大きな運動エネルギーを持つ電解液が凸部側面を直撃することで凸部のキレート膜 1 0 6 から容易かつ優先的に研磨除去される。

このとき、電気抵抗の低い銅膜 1 0 5 の凸部が電解液中に露出するため、銅膜

1 0 5 から電解液 E L を通じて陰極部材 E へ流れる電流値は増加する。

【 0 0 7 0 】

次に、図 4 ( i ) に示すように、電解液中に露出した銅膜 1 0 5 の凸部は、電気抵抗が低いこと、および陰極部材 E との距離が短いことから集中的に陽極酸化され、陽極酸化された銅は、キレート化される。このとき、銅膜 1 0 5 から電解液 E L を通じて陰極部材 E へ流れる電流値は再び低下する。

その後、上述した銅膜 1 0 5 に略平行に流される電解液の噴流 F により、キレート膜 1 0 6 の凸部を選択的に除去し、露出した銅膜 1 0 5 が集中的に陽極酸化、キレート化され、当該キレート膜 1 0 6 の凸部を選択的に除去する工程を繰り返す。

このとき、銅膜 1 0 5 から電解液 E L を通じて陰極部材 E へ流れる電流値は、キレート膜 1 0 6 の除去と同時に増加し、キレート膜 1 0 6 の形成と同時に低下するという状態を繰り返す。

【 0 0 7 1 】

次に、図 5 ( j ) に示すように、上記の工程の後、銅膜 1 0 5 が平坦化する。平坦化された当該銅膜 1 0 5 を上述した銅膜 1 0 5 に略平行に流される電解液の噴流 F によって全面に除去することにより、銅膜 1 0 5 から電解液 E L を通じて陰極部材 E へ流れる電流値は、一度最大値をとる。

【 0 0 7 2 】

次に、図 5 ( k ) に示すように、平坦化された銅膜 1 0 5 の全面について、陽極酸化による生成キレート膜の除去工程を、バリアメタル膜 1 0 3 上の余分な銅膜 1 0 5 がなくなるまで続ける。

【 0 0 7 3 】

次に、図 5 ( l ) に示すように、当該銅膜 1 0 5 の全面を例えば上述した銅膜 1 0 5 に略平行に流される電解液の噴流 F により除去し、バリアメタル膜 1 0 3 の表面を露出させる。このとき、銅膜 1 0 5 より電気抵抗の高いバリアメタル膜 1 0 3 が露出するため、キレート膜 1 0 6 除去後の電流値の値が低下し始める。当該電流値が低下し始めた時点で、電圧を印加するのを停止し、陽極酸化によるキレート化の進行を止める。ここまでのプロセスによって、銅膜 1 0 5 の初期凹

凸の平坦化は達成される。

その後、配線用溝の外部に堆積されたバリアメタル膜 1 0 3 を除去することにより、銅配線が形成される。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態において、電解液中に、ポリオキシエチレンアルキルエーテルあるいはアルキルベンゼンスルホン酸塩などの界面活性剤を含有させることも好ましく行われる。

図 6 に示すように、電解液中の界面活性剤 S A は、銅膜 1 0 5 の表面に形成された不溶性のキレート 1 0 6' を包み込んでミセル化する。この不溶性錯体ミセル Z は、下層の被研磨膜になんら結合力をもって拘束されているわけではなく、ただ自重によりその場に沈降沈殿しているだけであるので、銅膜 1 0 5 の表面から容易に遊離することが可能であり、上記の銅膜 1 0 5 に略平行に流される電解液の噴流 F によりにより容易に除去され、さらに凸部からの選択的な除去が容易に可能となる。

【 0 0 7 5 】

本実施形態に係る研磨方法によれば、電気化学的に研磨レートをアシストされた研磨であるため、通常の化学機械研磨に比して、低い加工圧力で研磨を行うことができる。このことは、単純な機械研磨と比較してもスクラッチの低減、段差緩和性能、ディッシングやエロージョンの低減などの面で非常に有利である。

また、低い加工圧力で研磨を行うことができるため、 $0.13\mu\text{m}$  世代以降で重要となる、機械強度が弱く通常の化学機械研磨では破壊されてしまい易い、有機系の低誘電率膜や多孔質低誘電率絶縁膜を層間絶縁膜 1 0 2 に用いる場合に非常に有用である。

【 0 0 7 6 】

通常の化学機械研磨で、アルミナ粒子などを含むスラリーを使用した場合には、CMP 加工に寄与したのち磨滅せずに残留したり、銅表面に埋没することが起こる（パーティクル）が、本発明の研磨方法では、被研磨膜の表面に形成されたキレート膜は機械的強度が非常に小さいため、砥粒を含まない電解液の噴流により十分に除去可能である。

また、電解電流をモニタリングすることで、研磨プロセスの管理を行うことができ、研磨プロセスの進行状態を正確に把握することが可能となる。

【 0 0 7 7 】

本発明に係る研磨方法は、上記の実施の形態に限定されない。

例えば、銅を配線以外の部分に使用する場合でも、銅の研磨もしくは平坦化に適用することができ、また、キレート剤の種類や、陰極部材の種類など、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

また、例えば、銅の研磨方法以外に係る方法として、コンタクトホールもしくは配線用溝の形成方法や銅膜の形成方法、バリアメタル膜の形成方法などは、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【 0 0 7 8 】

## 第 2 実施形態

図 7 は、上記の配線用層である銅膜の研磨工程などに用いる研磨装置の構成を示す模式図である。

即ち、本実施形態の研磨装置は、被研磨面に銅膜を有する被研磨ウェーハ W（以下ウェーハとも言う）を戴置する基台 1 0 と、基台 1 0 に設けられてた真空チャックなどの不図示の固定手段と、制御部 2 3 と、コントロールパネル 2 4 と、電源 2 5 と、電流計 2 6 と、陰極部材 E と、電解液 E T を収容する電解浴タンク T と、ジェットポンプ P と、フィルタ F T と、電解液用配管 P<sub>EL</sub> を備える。

【 0 0 7 9 】

なお、図示しないが、上記の研磨装置はクリーンルーム内に設置され、当該クリーンルーム内には、被研磨対象物のウェーハを収納したウェーハカセットを搬出入する搬出入ポートが設けられている。さらに、この搬出入ポートを通じてクリーンルーム内に搬入されたウェーハカセットと研磨装置との間でウェーハの受け渡しを行うウェーハ搬送ロボットが搬出入ポートと研磨装置の間に設置される。

【 0 0 8 0 】

ウェーハ W は、例えば固定されているあるいは回転駆動可能な基台 1 0 に真空チャックなどの固定手段により固定される。固定手段としては、真空チャックの

ほか、エッジ全周クランプ式、爪型メカニカルクランプ式などを用いることができる。なお、エッジ全周クランプ式の場合は陽極となるウェーハへの通電はこのウェーハエッジ全周に接地するクランプ部分より通電することができる。

#### 【 0 0 8 1 】

ウェーハWは、陰極部材Eに対向するように配置されて、電解浴タンクT中の電解液E Tに浸漬される。

ここで、電解液E Lは、例えば第1実施形態において説明したような銅をキレート化するキナルジン酸などのキレート剤の他、陰極部材Eと銅膜105の間に印加される電圧を低下させるための硫酸銅などの電解質を含む。さらに、界面活性剤を含んでいてもよい。

#### 【 0 0 8 2 】

陰極部材Eは、例えば無酸素銅などから構成される円盤形状であり、電解液中にウェーハに平行に配置されて固定されている、あるいは、回転駆動可能となっている。

上記のウェーハエッジ全周に、例えばエッジから2 mmの部分で接地するクランプ部分などによる通電により、ウェーハの被研磨面である銅膜を陽極とし陰極部材Eを陰極とするように、直流電圧あるいは直流パルス電圧などの所定の電圧が電源25により印加される。

#### 【 0 0 8 3 】

上記の電圧が印加されると、第1実施形態に記載のように、被研磨膜の表層部面が陽極酸化され、酸化した表層部が電解液中のキレート剤によりキレート化される。

形成されたキレート剤は、機械的強度が非常に小さいため、このキレート膜が形成された銅膜上に電解液の噴流が銅膜に対して略平行に流されると、電解液のせん断応力により容易に研磨除去される。

ここで、電解液用配管P<sub>EL</sub>を介して、ジェットポンプPがタンクT中の電解液E Lを吸い上げ、陰極部材Eの略中央部に設けられた噴出口M Sから噴出する構成となっており、陰極部材EとウェーハWの間隔dが所定の幅に設定されて、キレート膜が形成された銅膜上に電解液の噴流が銅膜に対して略平行に流されるよ



うになっている。

陰極部材EとウェーハWの間隔dは、小さすぎると陰極部材EとウェーハWの間に介在する電解液の流動作用が十分に機能しないため、所定の値以上をとることが好ましい。

【0084】

また、必要に応じて電解液用配管 $P_{EL}$ にフィルタFTを設けてもよい。これにより、電解液ELとともに吸い上げられた不溶性キレートや不溶性錯体ミセルなどの電解液中の不要成分を捕集することができる。

また、電解液用配管 $P_{EL}$ 中に上記のプロセスで消耗した成分、例えばキナルジン酸などを補充する機構を設けてもよい。

【0085】

電源は、常に一定の電圧を出力する定電圧電源ではなく、好ましくは電圧を一定周期でパルス状に出力する、たとえば、スイッチングレギュレータ回路を内蔵した直流電源を使用する。

【0086】

具体的には、パルス状の電圧を一定周期で出力し、パルス幅を適宜変更可能な電源を使用する。一例としては、出力電圧がDC100～150V、半導体素子の耐圧によっては30Vなど、最大出力電流が2～3A程度（例えば2.2A）、パルス幅が1, 2, 3, 5, 10, 20または30 $\mu$ 秒程度の矩形波いずれかに変更可能なものを使用する。

上記の直流パルス電圧としては、ウェーハと陰極部材との距離および電解液の電気抵抗などにより最も効率的に銅膜を除去できる電圧およびパルス幅を選択することができる。

【0087】

上記のような幅が短いパルス状の電圧出力にするのは、1パルス当たりの陽極酸化量を非常に小さくするためである。即ち、ウェーハW上の表面に形成された銅膜の凹凸に接触した場合等に見られる極間距離の急変による放電、気泡やパーティクルなどが介在した場合におこる極間の電気抵抗の急変によるスパーク放電など、銅膜の突発的かつ目的とする除去量に対して巨大な陽極酸化を防止し、で

きる限り小さなものの連続にするために有効である。

また、出力電流に比して出力電圧が比較的高いため、極間距離の設定にある程度の機械的マージンを設定することができる。即ち、極間距離が多少変わっても出力電圧が高い為、電流値変化は小さい。

#### 【 0 0 8 8 】

電源 2 5 には、電流計 2 6 が設けられている。電流計 2 6 により陽極酸化の電解電流をモニターすることができ、モニターした電流値信号 S を制御部 2 3 に出力する。また、電流計の代わりに電気抵抗値測定手段を備えていてもよく、電流計と同様の役割を果たす。

#### 【 0 0 8 9 】

制御部 2 3 は、電源 2 5 に備えられた電流計 2 6 からの電流値信号 S で特定される電流値に基づいて、電源により印加される電圧値やパルス条件などの調節、あるいは、電源による電圧印加の停止などの電源の動作を制御する。

例えば、電流値を一定に制御することにより、電流密度が常に一定となり、陽極酸化によるキレート膜生成量も一定に制御することができる。

また、電解電流をモニタすることで、第 1 実施形態において説明したように、研磨プロセスの管理を行うことができ、研磨プロセスの進行状態を正確に把握することが可能となる。

また、必要に応じてジェットポンプ P の動作速度を調節して、電解液の噴流の流速を調節してもよい。

また、制御部 2 3 にはコントロールパネル 2 4 が設けられており、必要に応じてオペレータが各種データを入力したりすることができ、また、例えば電流値信号 S を表示したりできる。

#### 【 0 0 9 0 】

図 8 ( a ) は、上記のウェーハ W、基台 1 0 および陰極部材 E などの要部を拡大した模式的断面図である。

例えば、不図示の静電チャックなどにより基台 1 0 上にウェーハ W が固定されており、ウェーハ W の被研磨面に全面に対向するように陰極部材 E が所定の間隔 d をもって配置されている。基台 1 0 および陰極部材 E は、それぞれ固定されて

いるか、回転駆動可能となっている。

配管  $P_{EL}$  により陰極部材 E のウェーハ対向面の反対側から電解液が供給され、陰極部材 E の略中央部に設けられた噴出口 M S から陰極部材 E とウェーハ W の間に噴出される。

噴出された電解液は、陰極部材 E とウェーハ W の間隙に沿って流動し、ウェーハ W の被研磨面に対して略平行に被研磨面上を流れ、ウェーハ W の外方から放出される。

ウェーハ W の裏面に電解液を浸漬することを避けたい場合には、配管  $P_{N2}$  により基台 1 0 のウェーハ側の反対側から窒素ガスが供給され、ウェーハ裏面に窒素ガスを吹きつける構成とすることもできる。

#### 【 0 0 9 1 】

図 8 ( b ) は、上記のウェーハ W 、基台 1 0 および陰極部材 E などの要部の他の構成を示す模式的断面図である。

例えば、配管  $P_V$  により基台 1 0 のウェーハ側の反対側から吸引することで基台 1 0 上にウェーハ W が固定されており、ウェーハ W の被研磨面に全面に対向するように陰極部材 E が所定の間隔  $d$  をもって配置され、配管  $P_{EL}$  により陰極部材 E のウェーハ対向面の反対側から電解液が供給され、陰極部材 E の略中央部に設けられた噴出口 M S から陰極部材 E とウェーハ W の間に噴出される構成である。

ウェーハ W の裏面に電解液を浸漬することを避けたい場合には、ウェーハ裏面において、配管  $P_V$  による吸引部よりも外方にて、配管  $P_{N2}$  により基台 1 0 のウェーハ側の反対側から窒素ガスが供給され、ウェーハ裏面に窒素ガスを吹きつける構成とすることもできる。

#### 【 0 0 9 2 】

図 9 ( a ) ～ ( e ) は、上記の陰極部材 E の構成例である。

図 9 ( a ) は、平坦な陰極部材の略中央部に噴出口 M S が設けられている。

図 9 ( b ) ～ ( e ) は、それぞれ陰極部材表面に溝 G が形成されている構成であり、この溝 G により、電解液の流れの方向を制御可能となっている。

図 9 ( b ) は、陰極部材の略中央部に噴出口 M S が設けられ、噴出口 M S から陰極部材の外方にむかって右回りあるいは左回りのタービン状の溝 G が形成され

ている。

図 9 (c) は、陰極部材の略中央部に噴出口 M S が設けられ、噴出口 M S から十字（クロス）状の溝 G が形成されている。

図 9 (d) は、陰極部材の略中央部に噴出口 M S 磨膜が設けられ、噴出口 M S から十字（クロス）状の溝が形成され、さらに同心円状の溝 G が連通して形成されている。

図 9 (e) は、陰極部材の略中央部に噴出口 M が設けられ、噴出口 M S からスパイラル状の溝 G が形成されている。

上記の各陰極部材において、陰極部材表面に噴出口 M S をそれぞれ複数個設けることもできる。複数個設ける場合には、陰極部材表面に対称的な配置となるようにしてもよく、また、ランダムな配置としてもよい。

#### 【 0 0 9 3 】

上記の本実施形態の研磨装置と、これを用いた研磨方法においては、陰極部材を陰極とし被研磨膜を陽極として電圧を印加して、上記電圧の印加により被研磨膜の表面を陽極酸化させ、上記キレート剤によりキレート化するとき、電解液を被研磨面に対して略平行に被研磨面上に流す構成となっており、電解液によるせん断応力が作用してキレート膜が除去され、初期凹凸を容易に平坦化でき、さらに、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。

また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

#### 【 0 0 9 4 】

### 第 3 実施形態

図 1 0 は、本実施形態の研磨装置の構成を示す模式図である。

本実施形態に係る研磨装置は、実質的に第 2 実施形態に係る研磨装置と同様であるが、陰極部材 E が中空の円柱状のノズル N となっており、ノズル N に設けられたスリット S L から電解液 E L を噴出する構成となっていることが異なる。

上記において、ウェーハおよび陰極部材 E は必ずしもタンクに溜められた電解液 E L 中に浸漬する必要はなく、ノズル N のスリット S L から供給された電解液 E L がウェーハ W と陰極部材 E 間を通電可能なように両者に接触していればよい。

。

上記以外は実質的に第 2 実施形態の研磨装置と同様である。

#### 【 0 0 9 5 】

図 1 1 ( a ) は、上記の陰極部材として機能する中空の円柱状のノズル N の長軸方向に垂直な面における断面図であり、図 1 1 ( b ) は図 1 1 ( a ) 中の A - A ' における断面図、図 1 1 ( c ) は図 1 1 ( a ) 中の B 方向からの正面図である。

例えば銅あるいはチタンなどからなり、サイズが例えば直径 2 0 m m 、高さが 1 4 0 m m 程度の円柱状のノズル N において、内部が中空部 C となっている。中空部 C は、例えば内径が 1 8 m m 、高さが 1 2 0 m m 程度であり、器壁の厚さが 1 m m 程度となっている。

円柱の高さ方向に延伸する、幅が 0 . 2 m m 程度、上記円柱の高さ方向の長さが 1 1 0 m m のサイズのスリット S L が、中空部 C に連通する開口部として形成されている。

また、円柱の内部において、中空部 C に連通するように電解液供給口 S P が形成されている。

電解液は、電解液供給口 S P から圧力をかけて供給され、中空部 C を満たした後、スリット S L から噴出する。

#### 【 0 0 9 6 】

図 1 2 は、上記の陰極部材 E として機能する中空の円柱状のノズル N を、不図示の被研磨膜を有するウェーハ W に対向するように配置して、電解液 E L をノズルから供給したときの断面図である。

スリット S L から噴出される電解液 E L がウェーハ W 表面に斜めにあたるように、スリット S L の開口方向がウェーハ W に対して例えば数 1 0 度程度傾けられて配置される。電解液 E L は、ウェーハ W にあたった後、ウェーハ表面に対して略平行にウェーハ W 上を流れて噴流 F となる。このとき、電解液 E L の表面張力によりウェーハ W とノズル N の両者に接触しており、ウェーハ W と陰極部材 E 間が通電可能となっている。

上記のように電解液 E L を供給しながら、陰極部材として機能するノズル N を

陰極として、ウェーハWの被研磨膜を陽極として電圧を印加することにより、被研磨膜表層において陽極酸化とキレート化反応によりキレート膜が形成され、上記電解液ELの噴流Fによるせん断力により機械的強度の低いキレート膜が除去されて、被研磨膜が平坦に研磨されていく。

陰極部材EとウェーハWの間隔dは、小さすぎると陰極部材EとウェーハWの間に介在する電解液の流動作用が十分に機能しないため、所定の値以上をとることが好ましい。但し、離しすぎると電解液ELがウェーハWとノズルNの両者に十分接触することができなくなるので好ましくない。

#### 【0097】

上記においてノズルNから噴出される電解液の作用がウェーハ全面に均等に働くように、電解液の噴流がウェーハ全面にいきわたるようにすることが必要である。

例えば、図13(a)に示すように、ウェーハWを回転駆動しながら、ノズルNの電解液供給口側を固定点として旋回移動する構成や、図13(b)に示すように、ウェーハWを回転駆動しながら、ノズルNを平行移動する構成とすることができる。

#### 【0098】

上記の本実施形態の研磨装置と、これを用いた研磨方法においては、陰極部材を陰極とし被研磨膜を陽極として電圧を印加して、上記電圧の印加により被研磨膜の表面を陽極酸化させ、上記キレート剤によりキレート化するとき、電解液を被研磨面に対して略平行に被研磨面上に流す構成となっており、第2実施形態と同様に、電解液によるせん断応力が作用してキレート膜が除去され、初期凹凸を容易に平坦化でき、さらに、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。

また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

さらに、本実施形態の研磨装置は装置構成が簡便であるので、小型化が容易であり、メンテナンスも容易となって稼働率を上げることができる。

#### 【0099】

#### 第 4 実施形態

本実施形態の研磨装置は、第 3 実施形態と同様に電解液をノズルから噴出して供給する構成となっており、図 1 4 はそのノズル部分の構成を示す模式図である。

本実施形態に係る研磨装置は、電解液  $E_L$  をノズル  $N$  から噴出する構成など、実質的に第 3 実施形態に係る研磨装置と同様であるが、電解液を供給する中空の円柱状のノズル  $N$  の一部にウェーハの被研磨膜に対向するように陰極部材  $E_-$  が形成され、陰極部材  $E_-$  から所定の距離をもって離間させてウェーハの被研磨膜に対向するように陽極部材  $E_+$  が形成され、少なくともウェーハの被研磨膜と陰極部材  $E_-$  の間および配線用層 1 0 5 と陽極部材  $E_+$  の間に電解液  $E_L$  を介在させるように電解液  $E_L$  をノズル  $N$  から噴出し、電源 2 5 により、上記陰極部材  $E_-$  を陰極として、陽極部材  $E_+$  を陽極として電圧が印加されることが異なる。

陰極部材  $E_-$  および陽極部材  $E_+$  の間のノズル部分は絶縁性の部材により構成する。

上記以外は実質的に第 3 実施形態の研磨装置と同様である。

#### 【 0 1 0 0 】

このとき、ウェーハの被研磨膜と陰極部材  $E_-$  の間の距離  $d_1$  および被研磨膜と陽極部材  $E_+$  の間の距離  $d_2$  を十分に小さくとり、これに比べて陰極部材  $E_-$  と陽極部材  $E_+$  の距離  $d_3$  を十分に大きくとる。

これにより、被研磨膜と陽極部材  $E_+$  の間の抵抗と、陰極部材  $E_-$  および陽極部材  $E_+$  にそれぞれ対向する部分の被研磨膜の抵抗と、被研磨膜と陰極部材  $E_-$  の間の抵抗の総和が、陰極部材  $E_-$  と陽極部材  $E_+$  間の直接の抵抗より小さくなり、陽極部材  $E_+$  から陰極部材  $E_-$  への電流  $I$  は実質的に被研磨膜を介して流れるようになり、陰極部材  $E_-$  を陰極とし、被研磨膜を陽極として電圧を印加するのと同じ効果を得ることができる。

この結果、図 1 4 に示すように、陰極部材  $E_-$  に対向する部分の被研磨膜の表面  $R$  において、陽極酸化反応およびキレート化反応によりキレート膜が形成され、研磨されていくようになる。

#### 【 0 1 0 1 】

上記陽極部材としては、被研磨面である銅よりもイオン化傾向が大きい場合、上記の電解反応において溶出してしまうため、銅に比して貴なる金属からなる電極を用いることが好ましい。例えばプラチナやプラチナで被覆したチタンなどからなる電極を用いることができる。

## 【 0 1 0 2 】

陰極部材  $E_-$  とウェーハ  $W$  の間隔  $d_1$  は、小さすぎると陰極部材  $E_-$  とウェーハ  $W$  の間に介在する電解液の流動作用が十分に機能しないため、所定の値以上をとることが好ましい。

陽極部材  $E_+$  とウェーハ  $W$  の間隔  $d_2$  もまた、小さすぎると陽極部材  $E_+$  とウェーハ  $W$  の間に介在する電解液の流動作用が十分に機能しないため、所定の値以上をとることが好ましい。

陰極部材  $E_-$  と陽極部材  $E_+$  の間隔  $d_3$  は、小さすぎると陰極部材  $E_-$  と陽極部材  $E_+$  の間に介在する電解液を介してウェーハを経由しないで直接電流が流れ、ウェーハ表面に対する電解作用が十分に機能しなくなるため、陰極部材  $E_-$  とウェーハ  $W$  の間隔  $d_1$  および陽極部材  $E_+$  とウェーハ  $W$  の間隔  $d_2$  に比べて十分に大きな値をとることが好ましい。

具体的には、例えばキナルジン酸を電解液として、陰極部材  $E_-$  とウェーハ  $W$  の間隔  $d_1$  および陽極部材  $E_+$  とウェーハ  $W$  の間隔  $d_2$  をそれぞれ 2 mm とし、陰極部材  $E_-$  と陽極部材  $E_+$  の間に 100 V 程度の電圧を印加する場合、陰極部材  $E_-$  と陽極部材  $E_+$  の間隔  $d_3$  は 40 mm 以上とする。

## 【 0 1 0 3 】

上記の本実施形態の研磨装置と、これを用いた研磨方法においては、第 3 実施形態と同様に、被研磨膜の表面を陽極酸化させ、上記キレート剤によりキレート化するとき、電解液を被研磨面に対して略平行に被研磨面上に流す構成となっており、電解液によるせん断応力が作用してキレート膜が除去され、初期凹凸を容易に平坦化でき、さらに、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。

また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。



さらに、本実施形態の研磨装置は装置構成が簡便であるので、小型化が容易であり、メンテナンスも容易となって稼働率を上げることができる。

また、ウェーハのエッジ部に陽極接続箇所を設けないので、エッジまで完全に非接触で平坦化研磨処理を行うことができる。

#### 【0104】

本発明は上記の実施の形態に限定されない。

例えば、上記の実施の形態においては電解液中での電圧印加による陽極酸化反応を用いているが、陽極酸化の代わりに電解液中に添加した過酸化水素などの酸化剤により酸化してもよい。この場合には、電圧の印加は不要となる。

また、上記の実施の形態においては被研磨膜をキレート化して機械的強度の弱いキレート膜とし、除去しているが、電解液の代わりにエッチング液や研磨砥粒を含む化学研磨剤を被研磨膜の表面に流すことで、キレート形成によらず、エッチング液あるいは研磨砥粒を含む化学研磨剤のせん断力により被研磨膜を平坦化研磨することができる。

また、上記実施形態のように電極を配置して電圧を印加し、生じる電解溶出において、電解液を被研磨膜の表面に流すことで、電解溶出を促進して平坦化することもできる。

また、キレート剤の種類や陰極部材あるいは陽極部材などの材質は特に限定されない。

さらに、本発明は半導体装置の製造工程以外の工程における銅膜などの研磨方法や研磨装置として適用できる。

また、実施形態における半導体装置の製造に限定されず、銅膜の平坦化以外の工程であるコンタクトホールあるいは配線用溝の形成工程やバリアメタル層の形成工程などは適宜変更可能である。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

#### 【0105】

##### 【発明の効果】

本発明の研磨方法によれば、半導体装置における銅配線を形成するために銅膜などの被研磨膜を研磨によって平坦化する際に、処理液によるせん断応力が作用

し、初期凹凸を容易に平坦化でき、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

#### 【0106】

本発明の研磨装置によれば、本発明の研磨方法により、銅膜などの被研磨膜を研磨によって平坦化する際に、処理液によるせん断応力が作用し、被研磨面の初期凹凸を容易に平坦化でき、被研磨膜を効率よく平坦性を保ちながら研磨できる。また、被研磨面に対して化学機械研磨のように強い圧力を印加しないので、被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら研磨できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

図1は、第1実施形態に係る半導体装置の製造方法の製造工程を示す断面図であり、(a)は半導体基板への絶縁膜形成工程まで、(b)はコンタクトホールおよび配線用溝の形成工程まで、(c)はバリアメタル膜の形成工程までを示す。

##### 【図2】

図2は、図1の続きの工程を示し、(d)はシード膜としての銅膜の形成工程まで、(e)は銅膜の形成工程までを示す。

##### 【図3】

図3は、図2の続きの工程を示し、(f)は銅膜の陽極酸化の工程まで、(g)はキレート膜の形成工程までを示す。

##### 【図4】

図4は、図3の続きの工程を示し、(h)は凸部のキレート膜の除去工程まで、(i)はキレート膜の再形成工程までを示す。

##### 【図5】

図5は、図4の続きの工程を示し、(j)は銅膜の平坦化工程まで、(k)は余分な銅膜の除去工程まで、(l)はバリアメタル膜の露出工程までを示す。

##### 【図6】

図6は、界面活性剤を添加した場合のミセル形成による除去を示す模式図であ

る。

【図 7】

図 7 は、第 2 実施形態に係る研磨装置の模式図である。

【図 8】

図 8 (a) および (b) は、第 2 実施形態に係る研磨装置の要部を拡大した模式的断面図である。

【図 9】

図 9 (a) ~ (e) は、第 2 実施形態に係る研磨装置の陰極部材の構成例である。

【図 10】

図 10 は、第 3 実施形態に係る研磨装置の模式図である。

【図 11】

図 11 (a) は、第 3 実施形態に係る研磨装置のノズルの長軸方向に垂直な面における断面図であり、図 11 (b) は図 11 (a) 中の A - A' における断面図、図 11 (c) は図 11 (a) 中の B 方向からの正面図である。

【図 12】

図 12 は、第 3 実施形態に係る研磨装置のノズルをウェーハに対向するように配置して、電解液をノズルから供給したときの断面図である。

【図 13】

図 13 (a) および (b) は、第 3 実施形態に係る研磨装置のウェーハとノズルの移動方向を示す模式図である。

【図 14】

図 14 は、第 4 実施形態に係る研磨装置のノズル部分の構成を示す模式図である。

【図 15】

図 15 は、従来例に係るデュアルダマシン法による銅配線の形成方法の製造工程を示す断面図であり、(a) は層間絶縁膜の形成工程まで、(b) は配線用溝およびコンタクトホール形成工程まで、(c) はバリアメタル膜の形成工程までを示す。

【図 16】

図 16 は、図 15 の続きの工程を示し、(d) はシード膜の形成工程まで、(e) は配線用層の形成工程まで、(f) は配線形成工程までを示す。

【図 17】

図 17 は、CMP 法による銅膜研磨工程において発生するディッシングを説明するための断面図である。

【図 18】

図 18 は、CMP 法による銅膜研磨工程において発生するエロージョンを説明するための断面図である。

【図 19】

図 19 は、CMP 法による銅膜研磨工程において発生するリセスを説明するための断面図である。

【図 20】

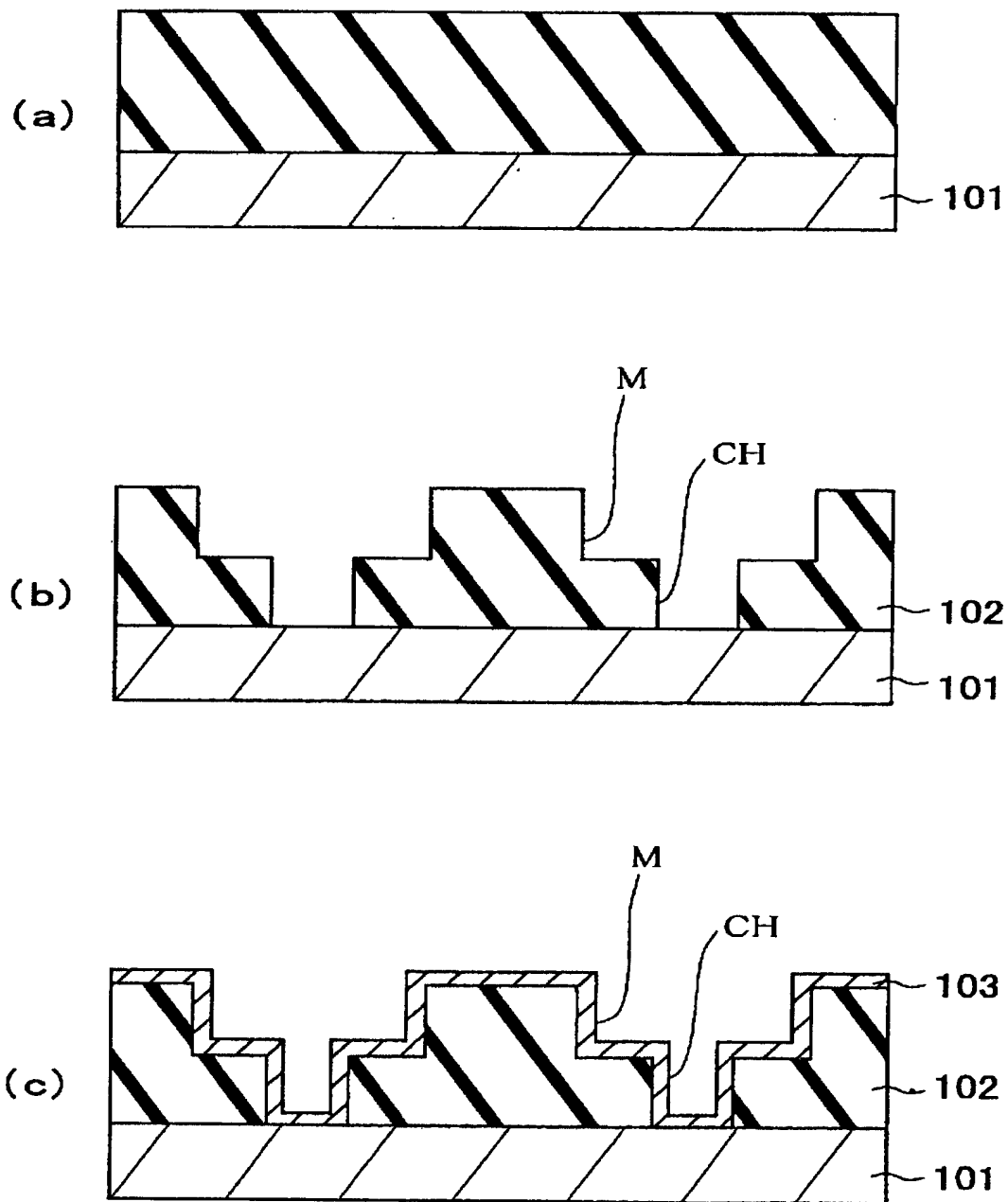
図 20 は、CMP 法による銅膜研磨工程において発生するスクラッチおよびケミカルダメージを説明するための模式的斜視図である。

【符号の説明】

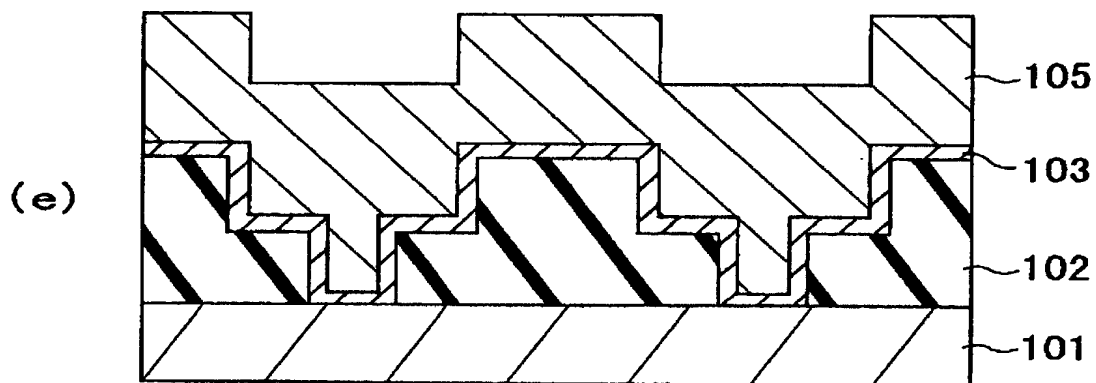
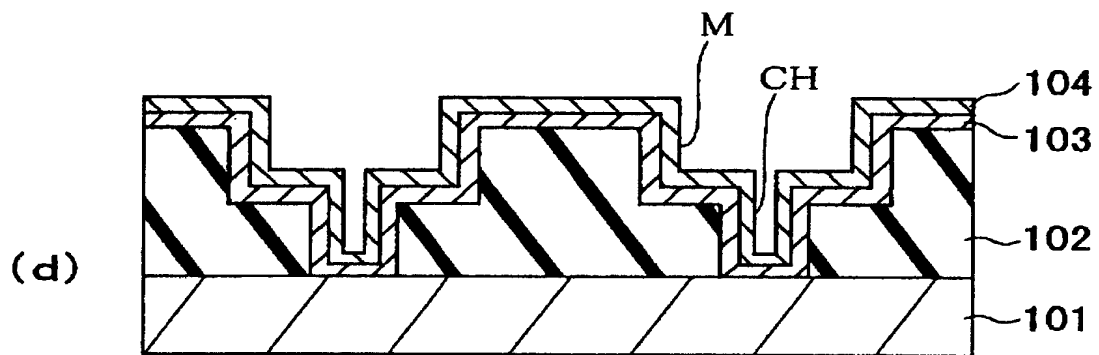
10…基台、23…制御部、24…コントロールパネル、25…電源、26…電流計、101, 301…半導体基板、102, 302…層間絶縁膜、103, 305…バリアメタル膜、104, 306…シード膜、105, 307…銅膜、106…キレート膜、106'…キレート、308…銅配線、309…コンタクト、C…中空部、CD…ケミカルダメージ、CH…コンタクトホール、E (E<sub>-</sub>)…陰極部材、E<sub>+</sub>…陽極部材、EL…電解液、F…噴流、FT…フィルタ、G…溝、I…電流、M…溝、MS…噴出口、N…ノズル、P…ジェットポンプ、PEL, P<sub>N2</sub>, P<sub>V</sub>…配管、R…陰極部材に対向する部分の被研磨膜の表面、S…電流値信号、SA…界面活性剤、SC…スクラッチ、SL…スリット、SP…電解液供給口、T…電解浴タンク、W…ウェーハ、Z…ミセル。

【書類名】 図面

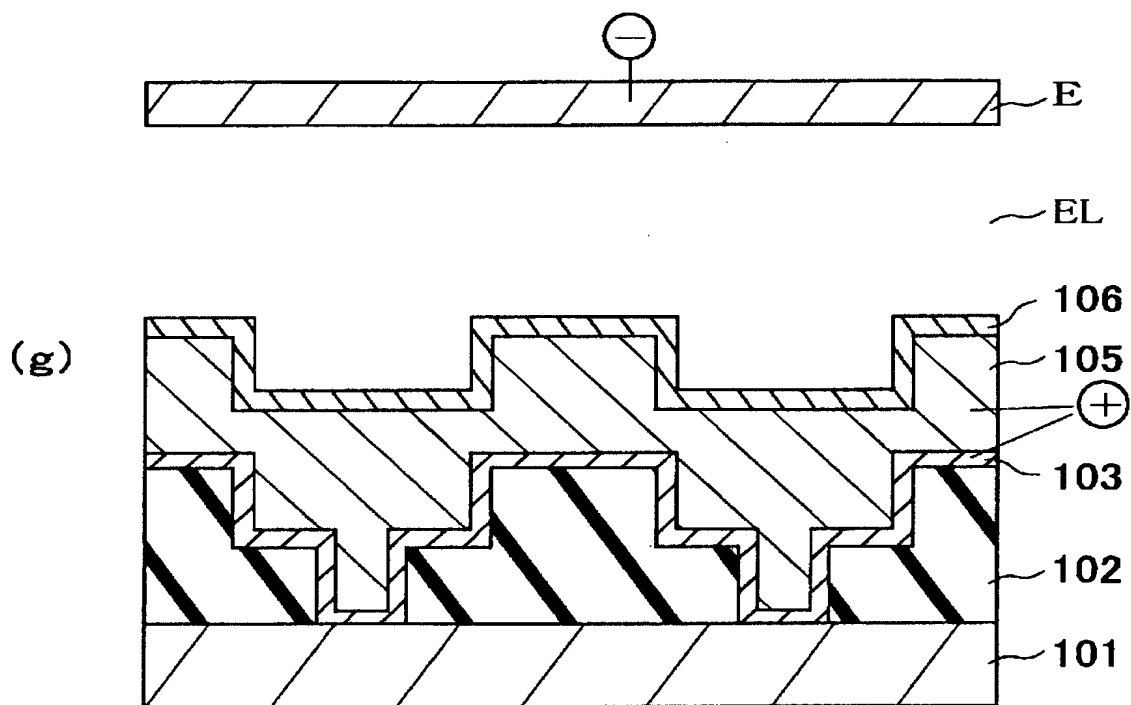
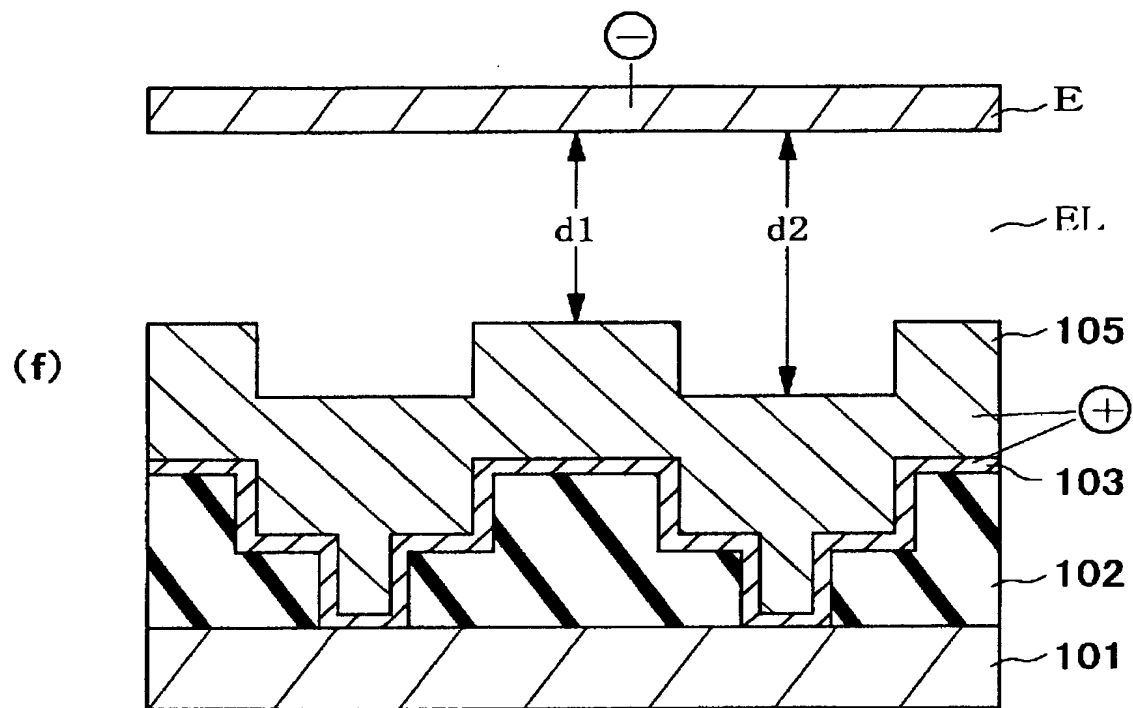
【図 1】



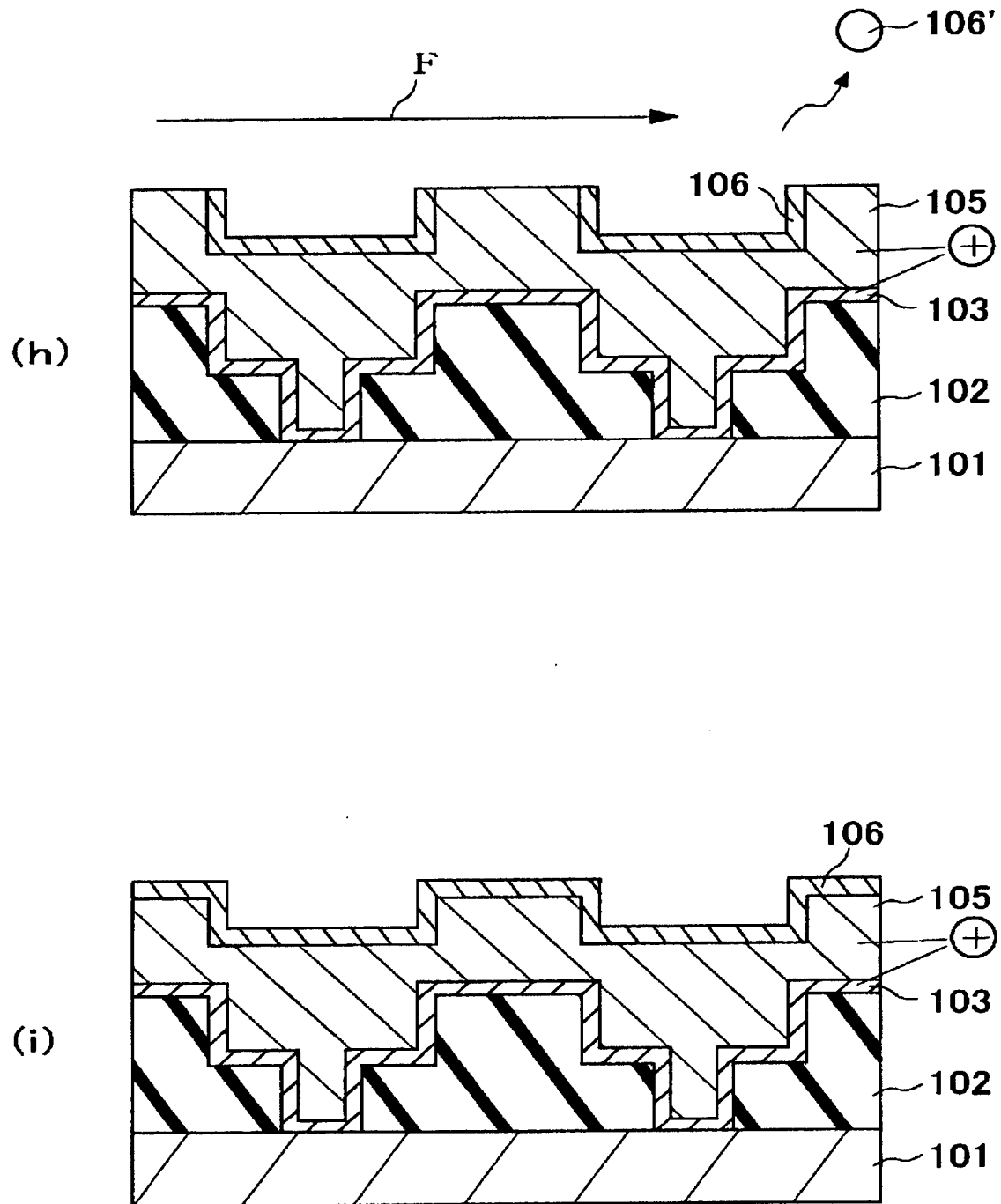
【図 2】



【図 3】

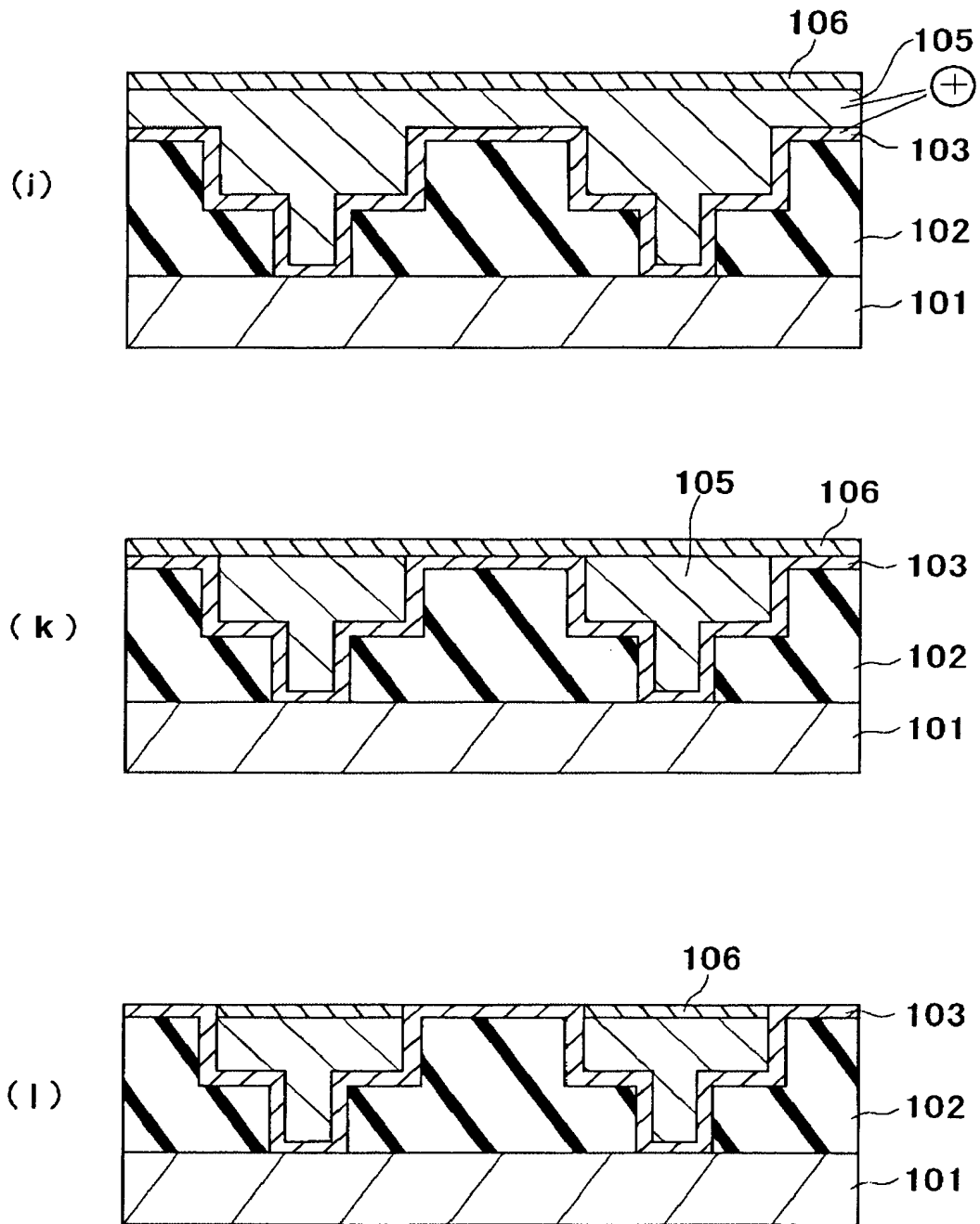


【図 4】

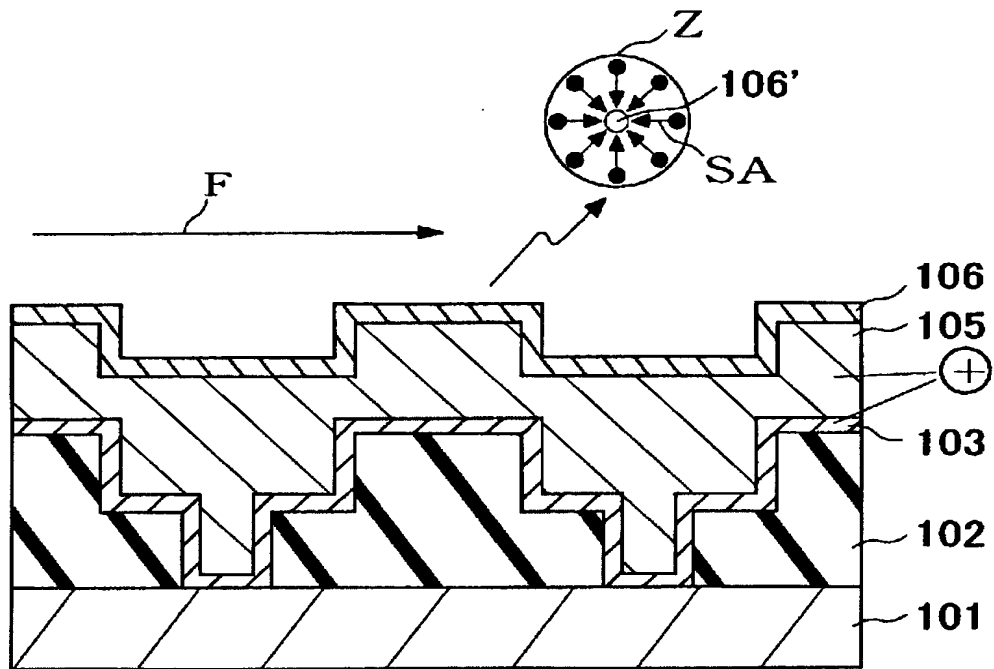




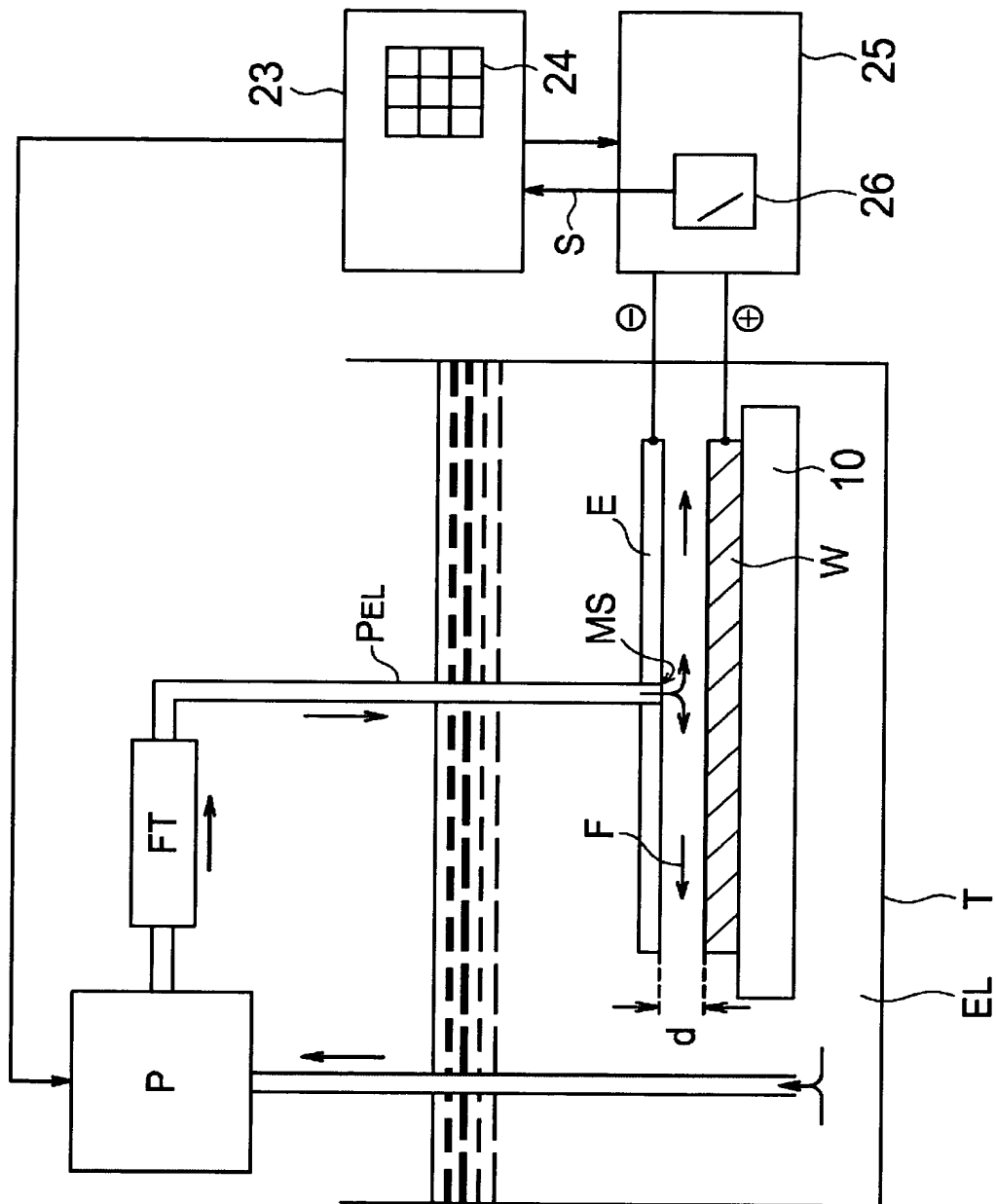
【図 5】



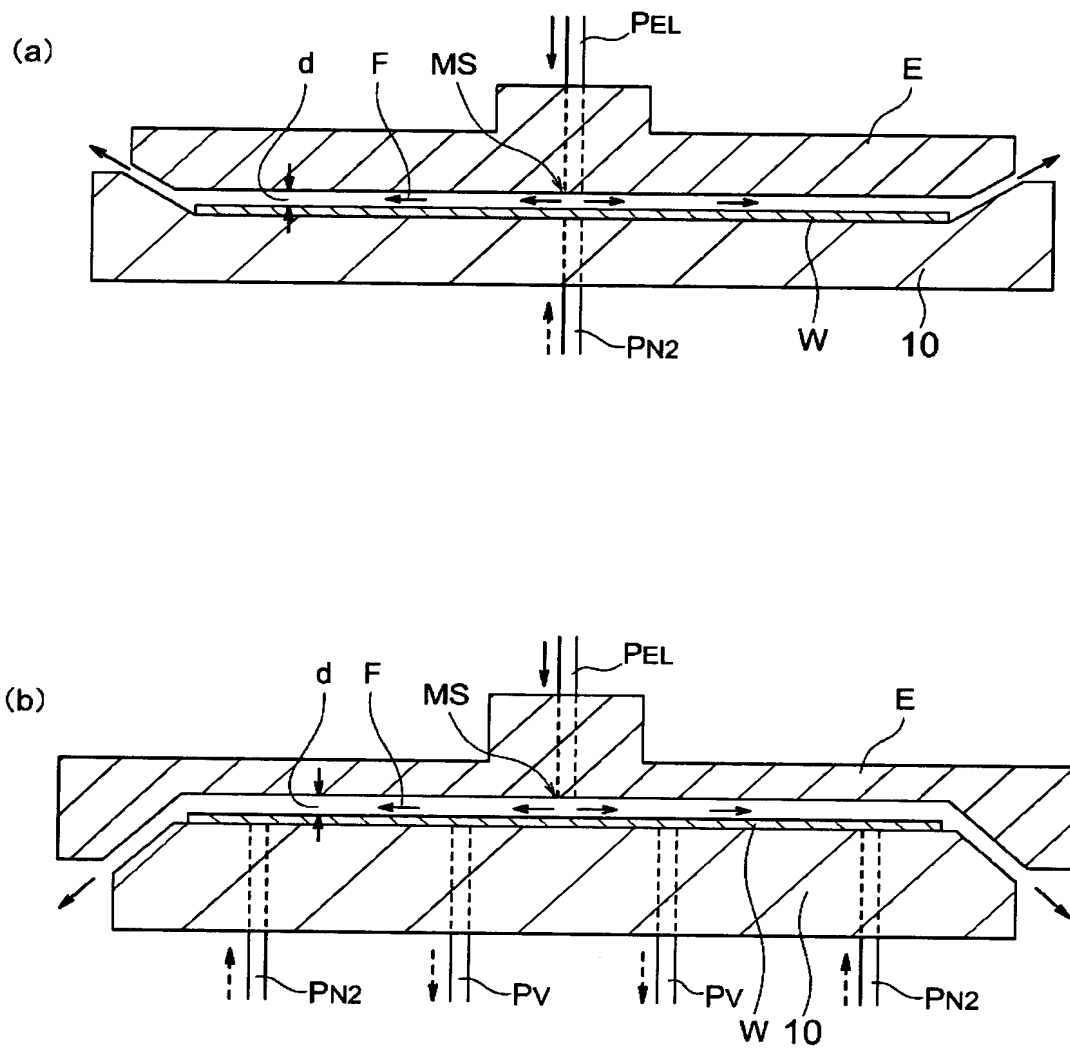
【図 6】



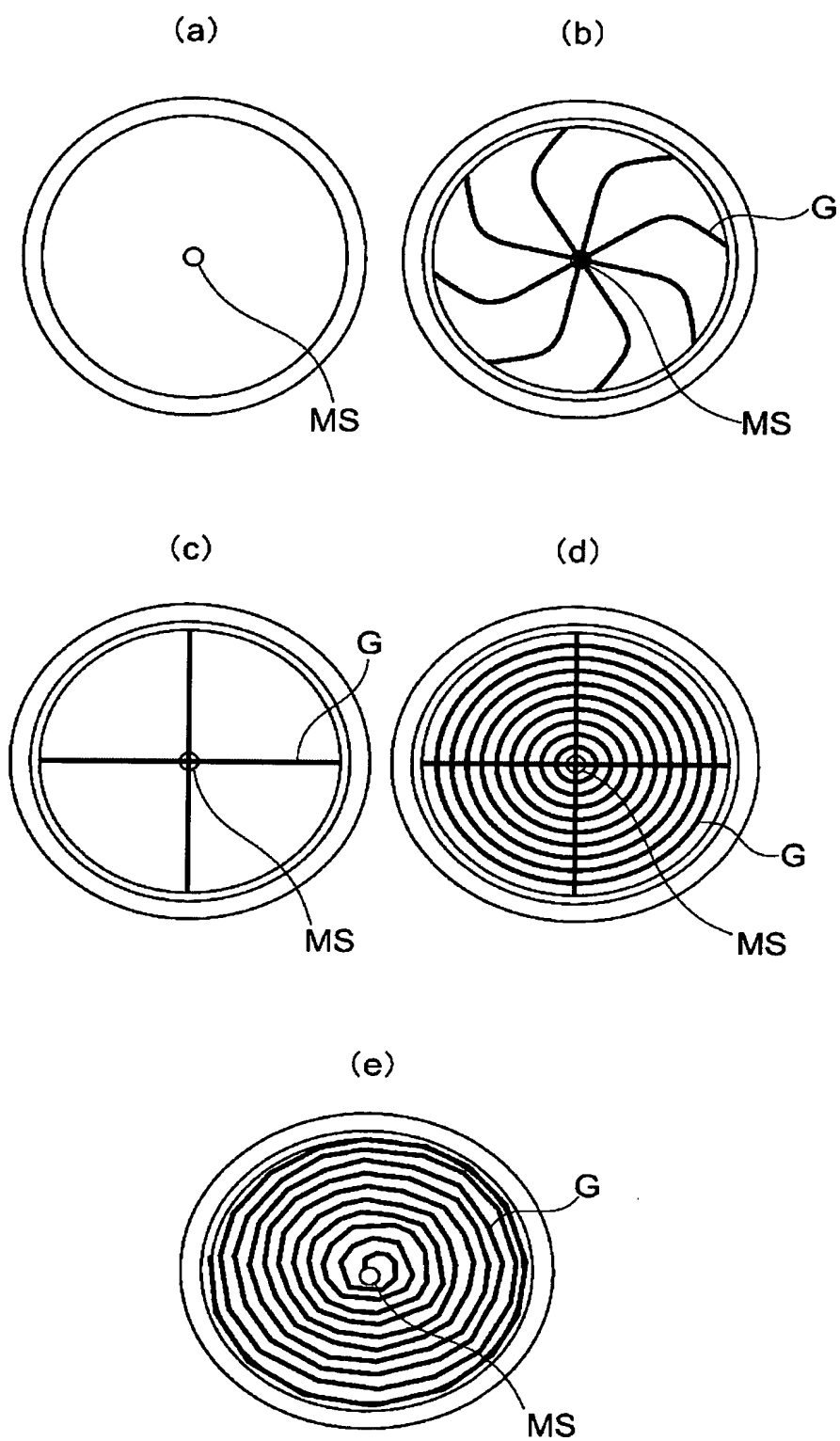
【図 7】



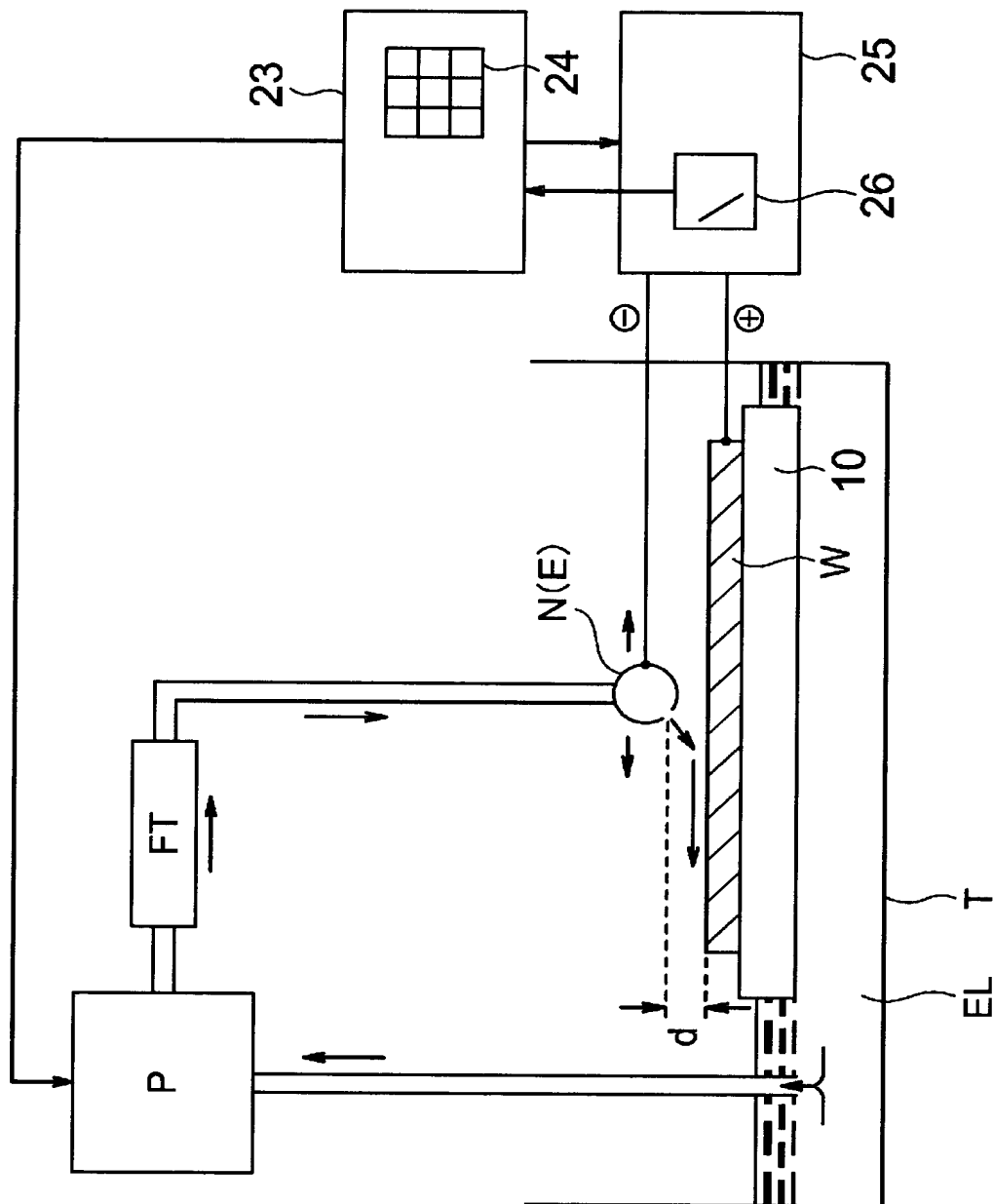
【図 8】



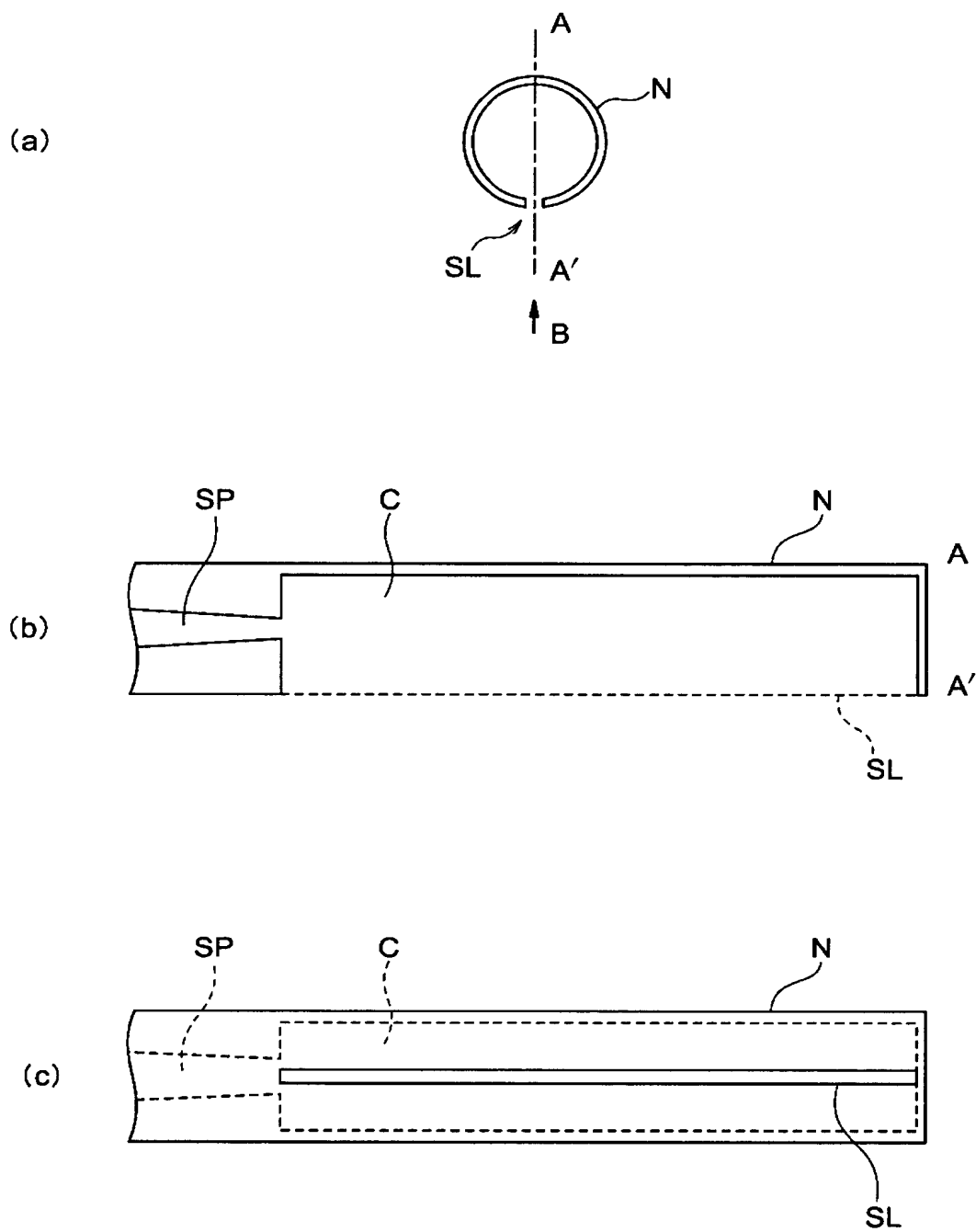
【図 9】



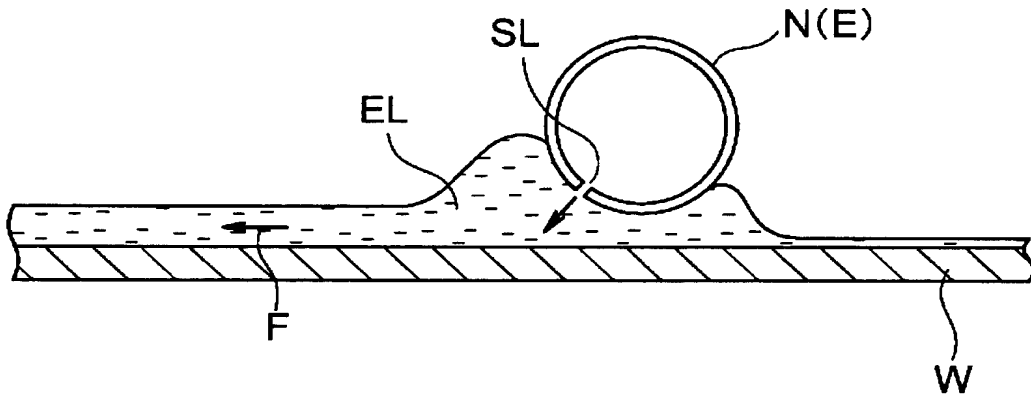
【図 1 0】



【図 1 1】

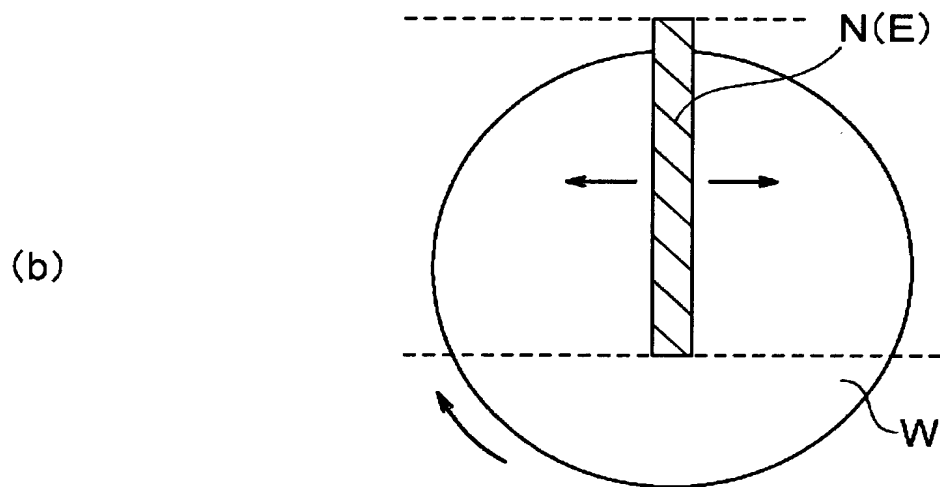
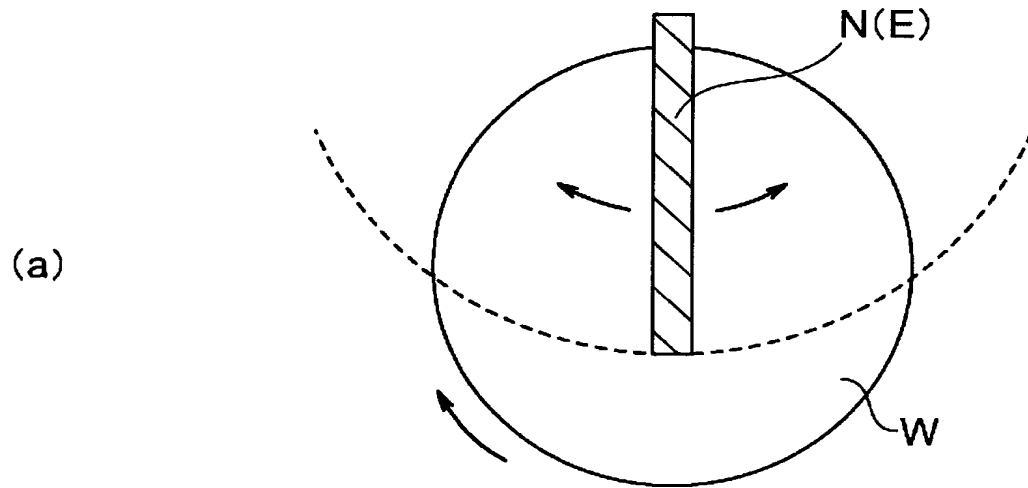


【図 12】

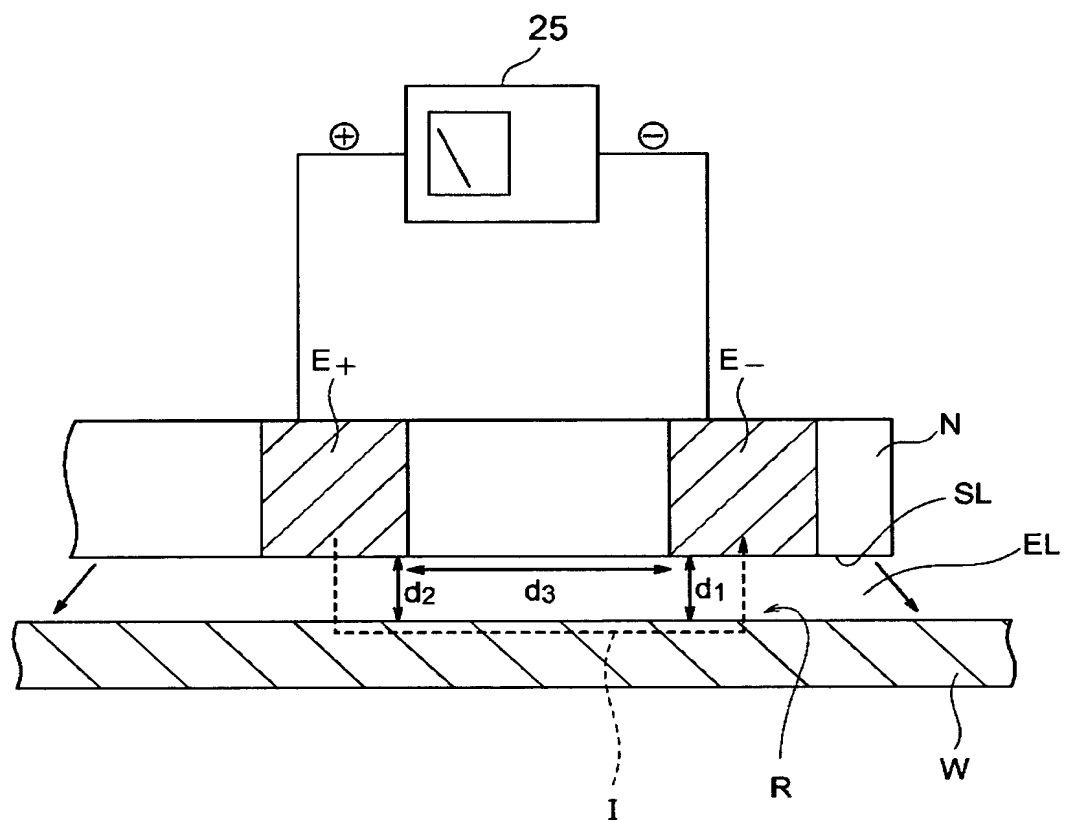




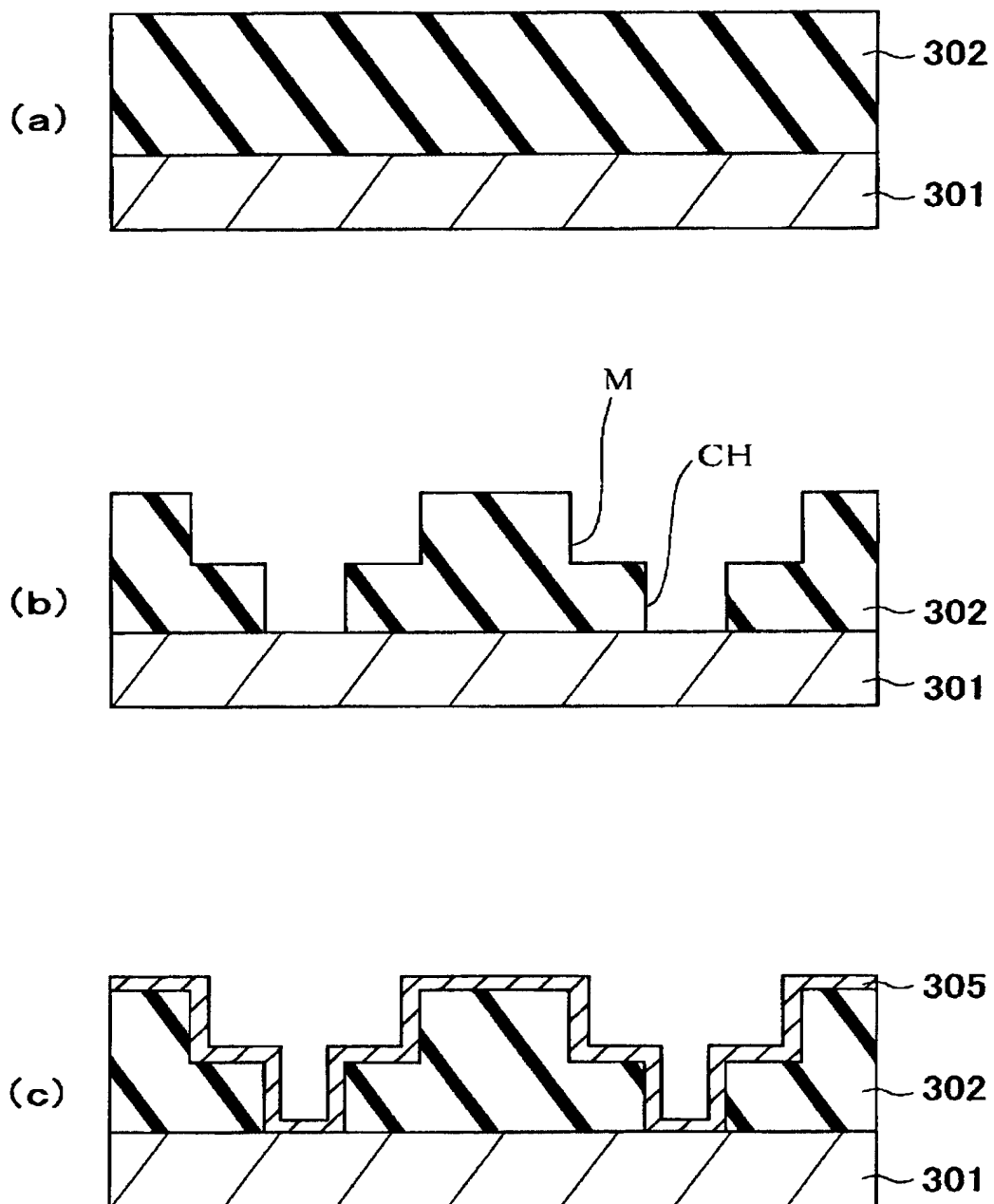
【図 1 3】



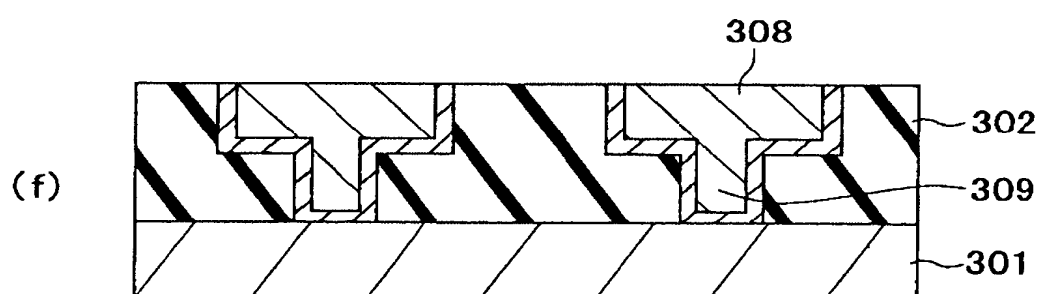
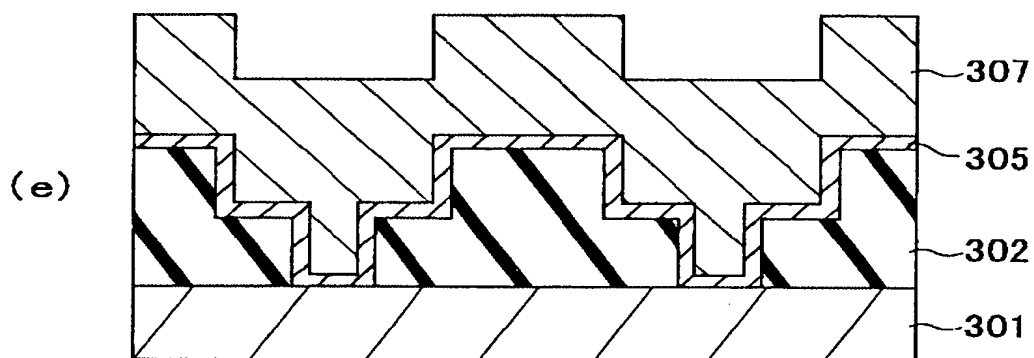
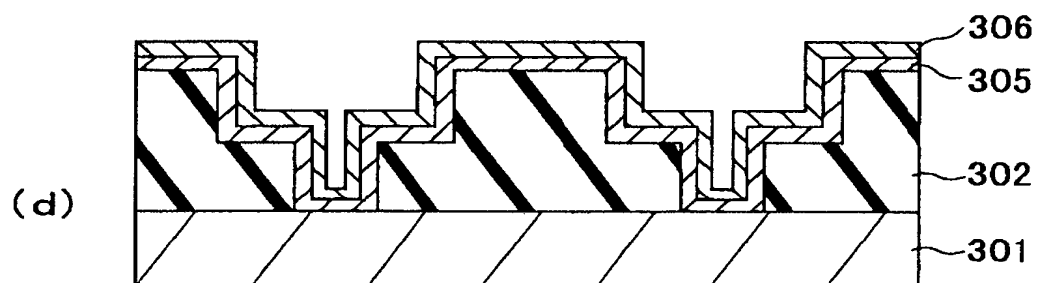
【図 1 4】



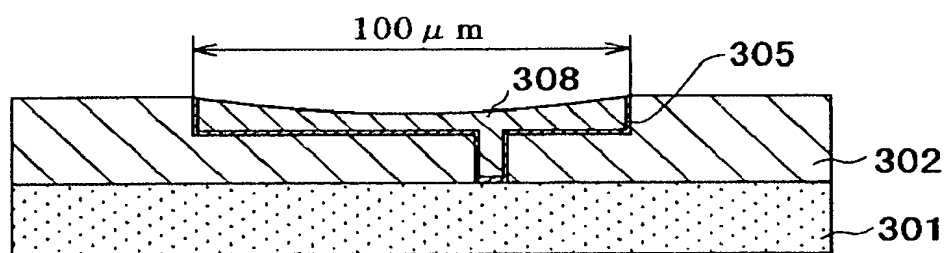
【図 1 5】



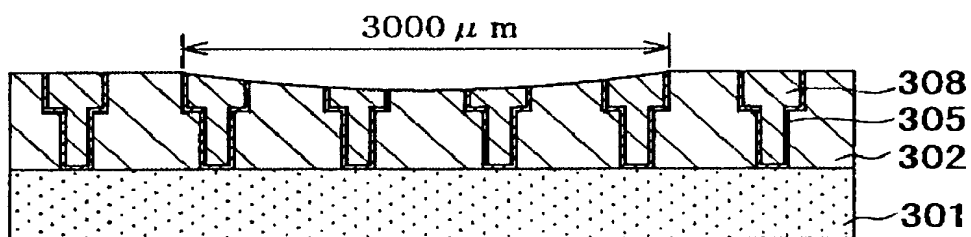
【図 1 6】



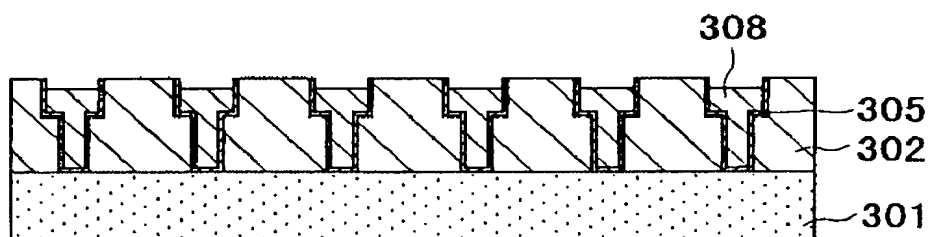
【図 1 7】



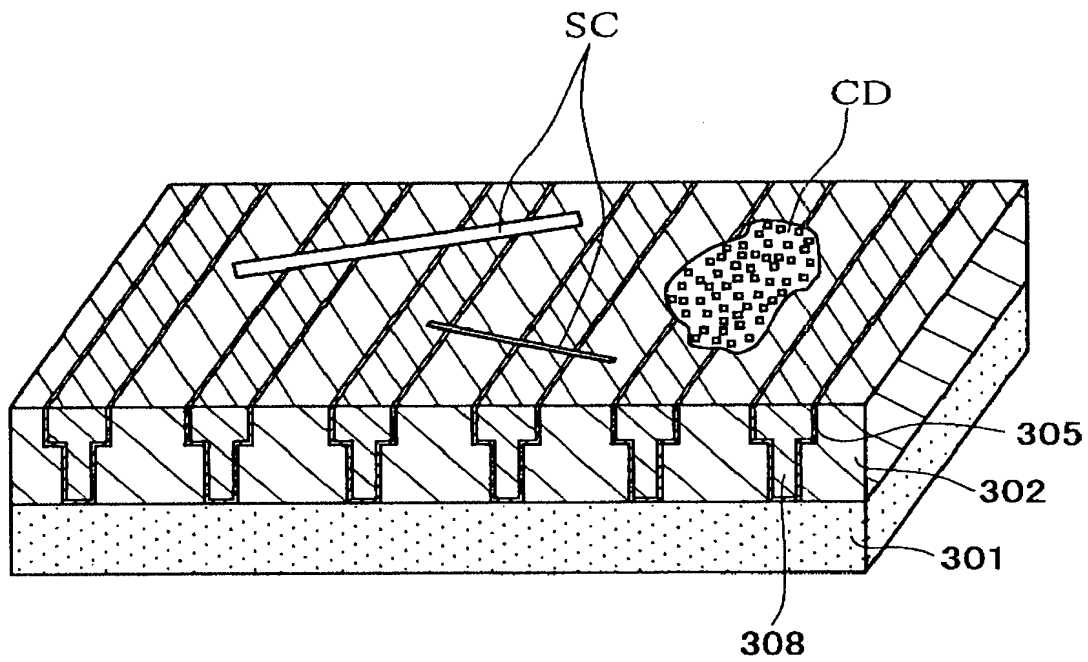
【図 1 8】



【図 1 9】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】被研磨膜下層の層間絶縁膜などへのダメージを抑制しながら、被研磨膜の表面に形成された凹凸を容易に平坦化でき、被研磨膜を効率よく平坦に研磨できる研磨装置および研磨方法を提供する。

【解決手段】基板の絶縁膜に形成された配線用溝に埋め込まれて形成された配線用層などの被研磨膜を有している被研磨対象物Wを研磨するときに、少なくとも被研磨面に対して略平行に被研磨面上に処理液ELを流して（F）、処理液によるせん断応力により被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。また、被研磨面に対して対向して陰極部材Eを配置し、被研磨膜と陰極部材Eに電圧を印加しながら、上記のように被研磨面と陰極部材Eの間にキレート剤などを含む電解液ELを流し（F）、電解液によるせん断応力により被研磨膜の凸部から優先的に研磨除去し、平坦化する。

【選択図】 図7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
氏 名 ソニー株式会社